CHEMIJA 10 (1997)

RIMANTAS VAITKUS

CHEMIJA

10



METALŲ ĮTAMPOS EILĖ

Li -3,045	Cs -3,020	Rb -2,925	K -2,924	Ba -2,905	Sr -2,888	Ca -2,866	Na -2,714	La -2,522	Mg -2,363	Sc -2,077	Be -1,847	U -1,798	Al -1,663	Ti -1,630	V -1,175	Te -1,140	Nb -1,100	Mn -1,050	Zn -0,763
Cr -0,744	Fe -0,440	Cd -0,403	Co -0,277	Ni -0,250	Mo -0,200	Sn -0,136	Pb -0,126	H_2 -0,000	Bi +0,215	Re +0,300	Cu +0,345	Ru +0,450	Ag +0,799	Hg +0,850	Os +0,850	Pd +0,987	Ir +1,150	Pt +1,188	Au +1,692

RŪGŠČIŲ, BAZIŲ IR DRUSKŲ TIRPUMAS VANDENYJE
(kambario temperatūra)

JONAI	H^+	NH_4^+	K^+	Na^+	Ag^+	Ca^{2+}	Ba^{2+}	Mg^{2+}	Zn^{2+}	Cu^{2+}	Hg^{2+}	Fe^{2+}	Ni^{2+}	Pb^{2+}	Al^{3+}	Fe^{3+}	Cr^{3+}
OH^-		t	t	t	n→	m	t	n	n	n	n→	n	n	n	n	n	m
NO_3^-	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
F^-	t	t	t	t	t	n	m	n	n	n	t	t	t	n	m	n	m
Cl^-	t	t	t	t	n	t	t	t	t	t	t	t	t	m	t	t	t
Br^-	t	t	t	t	n	t	t	t	t	t	m	t	t	m	t	t	t
I^-	t	t	t	t	n	t	t	t	t	CuI↓	n	t	t	n	t	—	t
S^{2-}	t↑	t	t	t	n	r	t	r	n	n	n	n	n	n	r	r	r
CO_3^{2-}	t↑	t	t	t	m	n	n	m	m	n	n	n	n	n	r	r	n
SO_4^{2-}	t	t	t	t	m	m	n	t	t	t	r	t	t	m	t	t	t
SO_3^{2-}	t↑	t	t	t	n	n	n	m	n	n	n	n	n	n	r	r	r
SiO_3^{2-}	n	r	t	t	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
PO_4^{3-}	t	t	t	t	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	m
CH_3COO^-	t	t	t	t	m	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	n	t

t – tirpus

m – mažai tirpus

n – netirpus

r – gaunant iš vandeninių tirpalų hidrolizuojasi

— – junginys neegzistuoja

→ – bazė skyla kambario temperatūroje

↑ – skiriasi dujinė rūgštis ar dujinis jos skilimo produktas

– hidratuoto jono ar nuosėdų spalva

☐ – kokybinė jono reakcija

RIMANTAS VAITKUS

CHEMIJA

Vadovėlis X klasei



Kaunas Šviesa" 1997

UDK 54(075.3)
Va124

Recenzavo mokytojas ekspertas ANTANAS LAPUKAS
ir habil.dr. GERVYDAS DIENYS

Dailininkas JONAS GUDMONAS

Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerijos patvirtinta
1997 03 27 grifo Nr.30



Pirmąjį šios knygos
leidimą parėmė
Atviros Lietuvos fondas

2-asis leidimas

ISBN 5-430-02400-7

TURINYS

MIELI MOKINIAI,

Jūs toliau šiemet mokotės svarbiausio gamtos mokslo — chemijos. Tai jums nenaujas dalykas. Juolab kad ši knyga yra VIII ir IX klasės chemijos vadovėlių, rengtų R. Jasiūnienės ir V. Valentinavičienės, kartu dalyvaujant ir šio vadovėlio autoriui, tęsinys. Todėl, kaip ir ankstesniuose, svarbiausią medžiagą rasite išdėstytą spalvotuose fonuose. Juose pateikti pagrindiniai apibrėžimai ir dėsniai (geltonas fonas), svarbiausi teiginiai ir išvados (žydras fonas). Smulkus šriftas skirtas papildomai medžiagai, kuri nėra privaloma, bet gali būti jums įdomi. Klausimai ir užduotys pažymėti specialiu ženklu ◒.

Nenustebkite užduočių gausa. Kai kurias savarankiškai spręsite namie, kitas mokytojas skirs žinių įtvirtinimui ir kontrolei. Stenkitės kruopščiai ir savarankiškai jas atlikti; tai padės jums sėkmingiau mokytis. Uždavinių sprendimo rezultatus palyginkite su vadovėlio pabaigoje pateiktais atsakymais. Atlikdami eksperimentus, būkite atidūs ir laikykitės saugaus darbo taisyklių bei mokytojo nurodymų.

Mokymąsi turėtų palengvinti vadovėlio pabaigoje esantys priedai ir dalykinė rodyklė.

Vadovėlis nėra tik vieno autoriaus kūrinys. Jame įdėtas daugelio žmonių triūsas, todėl tausokite knygą. Ji pravers jūsų jaunesniems draugams.

Dėkoju Atviros Lietuvos fondui už suteiktą paramą, Vilniaus universiteto Gamtos fakulteto Mineralogijos muziejui — už leidimą nufotografuoti mineralų kolekciją. Daug vertingų pasiūlymų ir pastabų pateikė chemijos mokytojai, pirmieji išbandę šį vadovėlį savo mokyklose: A. Lapukas, L. Češkuvienė, G. Mikėnienė, S. Lisauskas, S. Šimkus ir kiti, taip pat chemijos ekspertų komisijos nariai prof. G. Dienys, V. Valentinavičienė, R. Jasiūnienė, doc. J. Martišius ir kiti. Už pagalbą nuoširdžiai dėkoju VPU diplomantėms D. Meironytei ir G. Antanėlytei.

Autorius bus dėkingas visiems, pastebėjusiems kokių nors netikslumų, pateikusiems pastabų ir pasiūlymų. Juos siųskite leidyklos adresu.

Linkiu sėkmės!

Autorius

I

NEMETALAI

1. NEMETALŲ REIKŠMĖ

IX klasėje susipažinote su kai kuriais metalais, jų savybėmis bei svarba mūsų gyvenime, o šiais metais nagrinėsite nemetalų ir jų junginių savybes.

Jau iš VIII klasės kurso žinote, kad nemetalai, pavyzdžiui, siera, fosforas, yra blogi laidininkai, jie neturi metalinio blizgesio, nekalūs ir trapūs elementai. Kai kurie iš jų, pavyzdžiui, deguonis, chloras, vandenilis, yra dujos. Tai išoriniai nemetalų požymiai. Kitos nemetalams būdingos savybės:

1. Visi nemetalai reakcijose gali įgyti neigiamą oksidacijos laipsnį. Šiose reakcijose išryškėja nemetalų oksidacinės savybės.

2. Dauguma nemetalų oksidų atitinka rūgštis, tuo tarpu metalų oksidai gali būti baziniai, rūgštiniai ir amfoteriniai.

Nors nemetalų yra daug mažiau negu metalų, gamtoje jie labiau paplitę. Deguonis ir silicis sudaro daugiau negu 70 % Žemės plutos masės (1.1 pav.), o vandenilis ir helis — net 99 % Visatos masės. Dviejų nemetalų — vandenilio ir deguonies — junginys vanduo užima 2/3 mūsų planetos paviršiaus. Jame ištirpusios druskos sudaro 2,5—3,6 % tirpalą. Tai daugiausia chloridai. Nemetalų masė žmogaus kūne viršija 97,5 %. Todėl galime tvirtinti, kad, norėdami gerai pažinti gamtą, turime susipažinti su svarbiausiomis nemetalų savybėmis.

 1. Kokius žinote nemetalus, kaip juos galite apibūdinti?

2. Pateiktų junginių formules persirašykite į sąsiuvinius ir pabraukite nemetalus: Na_2S, SO_2, H_2SO_4, HNO_3, MgO, $CaCO_3$, $CsAu$.

3. Parašykite po tris lygtis, vaizduojančias nemetalų reakciją su: a) nemetalais; b) metalais.

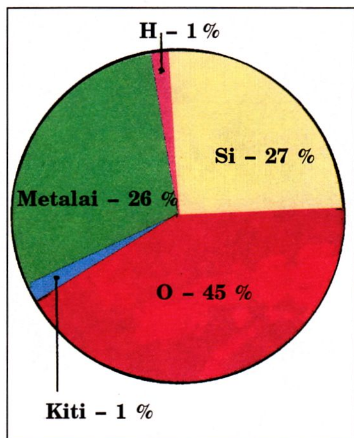
4. Kurie iš pateiktų oksidų atitinka rūgštis, o kurie — hidroksidus: Li_2O, CO_2, SO_3, CaO, SiO_2, Fe_2O_3, CuO? Parašykite atitinkamas rūgščių ir hidroksidų formules.

5. Parašykite reakcijų lygtis:

a) ličio ir chloro; b) aliuminio ir azoto; c) magnio ir deguonies.

Parašykite reakcijų pusiaulygtes, pažymėkite oksidatorių ir reduktorių. Kokį oksidacijos laipsnį įgyja nemetalai, reaguodami su metalais?

6. Viename fantastiniame kino filme pasakojama, kaip kovojama su ateiviu robotu, pagamintu iš plastiško metalo. Robotas deginamas, šaldomas skystu azotu, pagaliau sulydomas su skysta geležimi. O kas atsitiktų robotui, jei jis būtų pagamintas iš nemetalo sieros? Parašykite atitinkamų reakcijų (jei vyksta) lygtis.



1.1 pav.

2. DEGUONIS

2.1. DEGUONIS IR OKSIDAI

15,9994
O −2
DEGUONIS
8

Ar gali būti svarbesnis elementas už deguonį? Mes juo kvėpuojame, geriame junginį, kuriame yra deguonies, — vandenį, valgome maistą, kuriame yra deguonies atomų, vaikštome oksidais, gyvename būstuose, suręstuose iš junginių, turinčių deguonies. Taigi deguonis — labiausiai paplitęs Žemės elementas.



Dž. Prystlis

Džozefas Prystlis (1733 – 1804) — anglų chemikas ir filosofas. Vienas iš dujų cheminių tyrimų pradininkų. Išskyrė vandenilio chloridą, azoto (II) oksidą, amoniaką. Dėl politinių įsitikinimų 1794 m. buvo priverstas emigruoti į JAV.

Laisvąjį deguonį, esantį ore (20,95 % tūrio atžvilgiu), sudaro dviatomės molekulės O_2. Deguonį 1769 m. išskyrė ir aprašė švedų mokslininkas K. Šelė ir nepriklausomai nuo jo 1774 m. anglų mokslininkas Dž. Prystlis.

Deguonies savybes tyrė ir įžymusis prancūzų mokslininkas A. Lavuazjė. Jis nustatė, kad degimas — daugelio medžiagų jungimosi su deguonimi reakcija. Tai sukėlė perversmą chemijoje. A. Lavuazjė ištyrė, jog ore tėra tik 1/5 deguonies. Buvo manoma, kad deguonis yra būtina visų rūgščių sudedamoji dalis, todėl šis elementas pavadintas *oxygenium (lot.)* — „gimdančiu rūgštį".

Šis pavadinimas atsispindi ir kitose kalbose, pavyzdžiui, *rus.* „kislorod", *vok.* „Sauerstoff".

Prisiminkite deguonies jungimosi su metalais ir nemetalais reakcijas bei svarbiausias oksidų savybes (2.1 lentelė).

2.1 lentelė

Deguonies ir kitų cheminių elementų sąveika

Sąveika su metalais	Sąveika su nemetalais
$2 \cdot 2e^-$ (Mg → O_2) $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$ oksidatorius: deguonis reduktorius: magnis	$4 \cdot e^-$ (C → O_2) $C + O_2 \rightarrow CO_2$ oksidatorius: deguonis reduktorius: anglis

Metalų oksidai			Nemetalų oksidai	
Baziniai	Rūgštiniai	Amfoteriniai		
Atitinka hidroksidus	Atitinka rūgštis	Turi bazinių ir rūgštinių oksidų savybių	Atitinka rūgštis	Nesudaro rūgščių
$Li_2O \rightarrow LiOH$ $MgO \rightarrow$ $\rightarrow Mg(OH)_2$	$CrO_3 \rightarrow$ $\rightarrow H_2CrO_4$ $Mn_2O_7 \rightarrow$ $\rightarrow HMnO_4$	ZnO Al_2O_3	$SO_2 \rightarrow H_2SO_3$ $P_2O_5 \rightarrow H_3PO_4$	CO NO

 1. Parašykite deguonies ir išvardytų elementų sąveikos lygtis:
a) ličio; b) fosforo; c) sieros; d) vario.
Pažymėkite oksidatorių ir reduktorių. Parašykite, kurį junginį — rūgštį ar hidroksidą — atitinka susidaręs oksidas. Parašykite oksidų formules.
2. Parašykite anglies (IV) oksido ir šių medžiagų reakcijų lygtis:
a) vandens; b) kalcio oksido; c) natrio hidroksido; d) bario chlorido.
3. Parašykite ličio oksido ir šių junginių reakcijų lygtis:
a) vandens; b) rūgštinio oksido; c) bazinio oksido.

2.2. DEGUONIS GAMTOJE

Gyvybė Žemėje neįmanoma be deguonies. Jo yra visuose gamtiniuose junginiuose (baltymuose, angliavandeniuose, riebaluose ir kt.). Nė viena Saulės sistemos planeta netiktų gyventi žmogui, nes atmosferą turinčiose planetose (Veneroje, Marse), išskyrus Žemę, nėra deguonies. Kai trūksta deguonies, tenka naudotis kvėpavimo aparatais (pavyzdžiui, po vandeniu, per gaisrą, kosmose). Kartu su oru įkvėptas deguonis patenka į plaučius ir kraujas išnešioja jį po visą organizmą. Ląstelėse deguonis dalyvauja sudėtingose oksidacijos reakcijose, kuriose susidaro anglies dioksidas. Maistas, patekęs į organizmą, oksiduojasi, o dėl oksidacijos išsiskyrusi energija palaiko kūno temperatūrą, leidžia judėti. Žuvys vandenyje taip pat kvėpuoja ištirpusiu deguonimi, žiaunomis filtruodamos vandenį. Ne visos žuvys gali pakęsti deguonies stygių, pavyzdžiui, lašišinėms reikia smarkiai tekančio, purslais virstančio vandens, prisotinto deguonies. Tuo tarpu karosams tinka dumblinos kūdros, kuriose deguonies nėra daug. Ypač pavojinga, kai į vandens telkinius patenka naftos ar jos produktų. Tuomet jie pasklinda plonyte plėvele vandens paviršiuje, deguonis negali ištirpti, ir žuvys dažniausiai užtrokšta (2.1 pav.). Jei ežerai rudenį užšąla labai anksti, pavasariop žuvims pradeda stigti deguonies, ir jos ima dusti. Todėl ežeruose reikia iškirsti eketes.



2.2. DEGUONIS GAMTOJE

Veikiamas ultravioletinių spindulių arba elektros išlydžių, deguonis virsta kita vienine medžiaga — ozonu. Ozono molekulės formulė O_3.

Ozonas — melsvos aštraus kvapo nuodingos dujos. Plonas jų sluoksnis, gaubiantis Žemę 15—25 km aukštyje, patikimai saugo visa, kas gyva, nuo žalingo ultravioletinių Saulės spindulių poveikio. Ozonas ir deguonis sudaryti iš to paties cheminio elemento — deguonies (2.2 pav.).

Vieninės medžiagos, kurios sudarytos iš to paties cheminio elemento, bet skiriasi sandara ir savybėmis, vadinamos *alotropinėmis atmainomis*.

Pastaruoju metu mokslininkai pastebėjo, kad ozono sluoksnis retėja, leidžiasi žemyn, t. y. ultravioletiniai Saulės spinduliai prasiskverbia arčiau Žemės. Taip yra todėl, jog teršalai, patekę į atmosferą, reaguoja su ozonu ir jį naikina.



1. Kodėl deguonis vadinamas gyvybės elementu?

2. Anksčiau aerozoliniuose balionėliuose (o kol kas ir šaldytuvuose kaip šaldymo agentai) buvo naudojami freonai (pavyzdžiui, CF_2Cl_2). Nustatyta, kad jie atmosferoje reaguoja su ozonu, todėl daugelyje šalių jų atsisakyta. Kodėl?

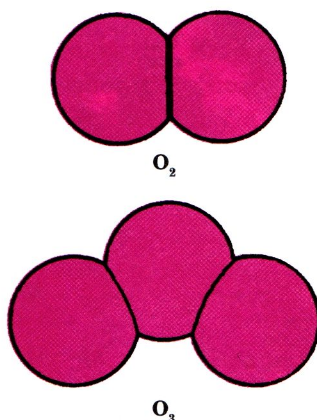
3. Ką vadiname alotropinėmis atmainomis?

4. Didžiausią smėlio dalį sudaro silicio dioksidas. Apskaičiuokite deguonies masės dalį smėlyje.

5. Ore ozono kiekis nuolat kinta. Vasarą jo yra $7 \cdot 10^{-6}$% oro tūrio, žiemą — tik $2 \cdot 10^{-6}$%. Kuo tai paaiškinti?



2.1 pav.

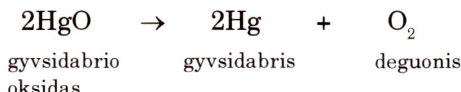


2.2 pav.

2.3. DEGUONIES GAVIMAS. KATALIZATORIAI

Nors jau seniai nustatyta, kad orą sudaro azotas, deguonis, argonas ir nedaug kitų dujų, išskirti deguonį iš oro išmokta palyginti neseniai. Iš VIII klasės kurso prisiminkite, kaip, distiliuojant suskystintą orą, gaunamas deguonis. Jis laikomas ir transportuojamas plieniniuose balionuose (2.3 pav.).

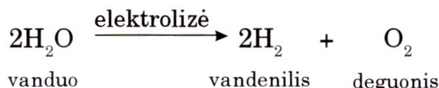
Dž. Prystlis gavo deguonį, skaidydamas gyvsidabrio oksidą:



$$2HgO \rightarrow 2Hg + O_2$$

gyvsidabrio oksidas — gyvsidabris — deguonis

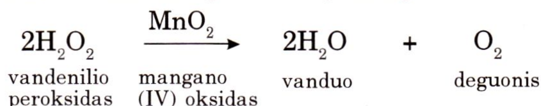
A. Lavuazjė suskaidė vandenį ir gavo deguonį, o dabar deguonį galima išskirti, vandenį elektrolizuojant:



$$2H_2O \xrightarrow{\text{elektrolizė}} 2H_2 + O_2$$

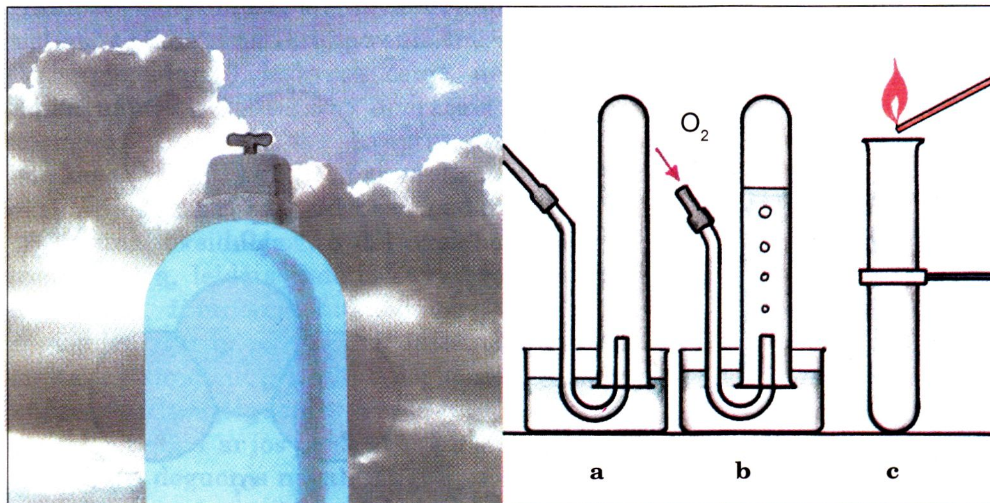
vanduo — vandenilis — deguonis

Laboratorijoje deguonį galima gauti, kaitinant kalio permanganatą $KMnO_4$ arba skaidant vandenilio peroksidą mangano (IV) oksidu:



$$2H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O + O_2$$

vandenilio peroksidas — mangano (IV) oksidas — vanduo — deguonis



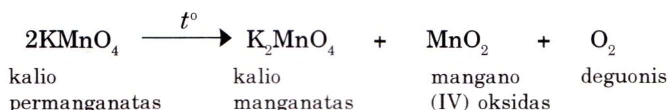
2.3 pav.

2.4 pav.

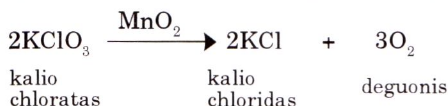


2.3. DEGUONIES GAVIMAS. KATALIZATORIAI

Kalio permanganato skilimo lygtis:

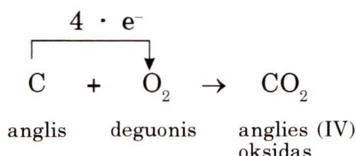


Deguonį taip pat galima gauti, skaidant kalio chloratą, kai mišinyje yra mangano dioksido:



Deguonis blogai tirpsta vandenyje. Todėl jį galima surinkti į apverstą mėgintuvėlį su vandeniu (2.4 pav., a). Deguonies burbuliukai išstumia vandenį iš mėgintuvėlio (2.4 pav., b).

Jau žinome, kad deguonis suintensyvina degimą. Todėl jį galima atpažinti rusenančia skalele (2.4 pav., c). Prie indo su deguonimi prikišta skalelė užsiliepsnoja:



Deguonis yra stiprus oksidatorius.

Žaizdos dažnai tepamos 3 % vandenilio peroksido tirpalu. Veikiamas kraujyje esančio fermento, vandenilio peroksidas suskyla, o išsiskyręs deguonis žaizdą dezinfekuoja.

Kodėl vandenilio peroksidas savaime taip greit neskyla? Kam reikalingos papildomos medžiagos — mangano dioksidas, fermentas? Šios medžiagos pagreitina reakcijas. Be to, jų kiekis reakcijos metu nesikeičia, jos nesusieikvoja.

Medžiagos, kurios pagreitina reakciją, bet pačios joje nesusieikvoja, vadinamos *katalizatoriais.*

Kaip veikia katalizatorius? Žinome, kad kiekviena reakcija gali prasidėti tik tada, kai dalelės įgyja energiją, lygią aktyvacijos energijai (E_A), t. y. kai jos įveikia energijos barjerą (žr. 2.5 pav.). Pridėjus katalizatoriaus, reakcijos aktyvacijos energija sumažėja, todėl reakcija vyksta greičiau.

Katalizatoriai sumažina reakcijos aktyvacijos energiją.

Kai kurios reakcijos be katalizatorių iš viso nevyksta. Daugeliui cheminių reakcijų parenkami specifiniai, tik tą reakciją greitinantys, katalizatoriai.

Mūsų organizme taip pat yra daug katalizatorių, kurie vadinami fermentais. Jei jų nebūtų, mūsų kūne nevyktų reakcijos. Kad organizmas galėtų pasisavinti suvalgytą maistą, tektų visą laiką gerti verdančią sieros rūgštį!

Dabar ypač paplito skalbimo milteliai, kuriuose esantys fermentai ardo riebalus ir kitas ant audinių patekusias medžiagas (2.6 pav.).

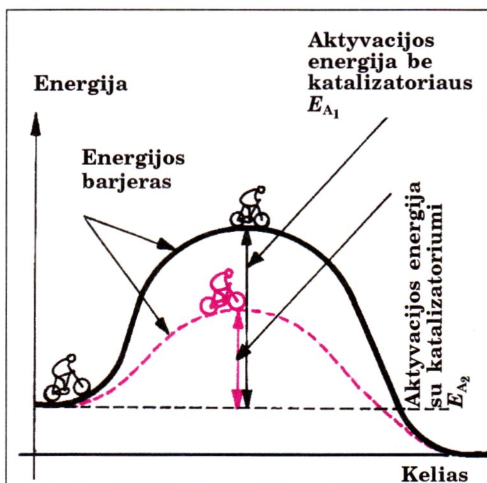
Biologiniai katalizatoriai vadinami fermentais.

1. Kaip deguonis gaunamas pramonėje? laboratorijose? (Prisiminkite VIII klasės kursą.)

2. Kaip atpažįstamas deguonis?

3. Kai kuriose šalyse vanduo dezinfekuojamas, leidžiant į jį ozoną. Kodėl galima naudoti ozoną?

4. Deguonis susidaro, skaidant sidabro arba aukso (III) oksidą. (Prisiminkite VIII klasės kursą.) Parašykite šių reakcijų lygtis. Nurodykite, kaip kinta elementų oksidacijos laipsniai. Kuris elementas elektronus atiduoda, kuris — prisijungia?



2.5 pav.



2.6 pav.

5. Parašykite lygtis reakcijų, kuriose deguonis jungiasi su šiais elementais:

a) magniu; b) kalciu; c) cinku; d) siera; e) fosforu.

Pažymėkite oksidatorių ir reduktorių. Kurie iš susidariusių oksidų atitinka rūgštis, kurie — hidroksidus?

6. Kiek gramų gyvsidabrio (II) oksido reikia suskaidyti, norint gauti 32 g deguonies?

7. Žaizdoms dezinfekuoti naudojamas 3 % vandenilio peroksido tirpalas. Apskaičiuokite, kiek gramų deguonies susidarys iš vieno buteliuko (150 g) šio tirpalo.

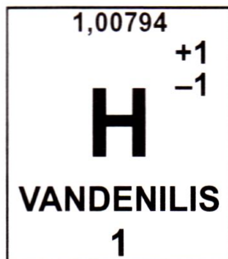
8. Apskaičiuokite, kiek gramų techninio kalio permanganato, turinčio 95 % grynos medžiagos, reikės 128 g deguonies pagaminti.

9. Ką vadiname katalizatoriais? Kam jie naudojami?

10. Kuriais iš šių būdų galima pagreitinti reakcijas:

a) keliant temperatūrą; b) mažinant temperatūrą; c) naudojant katalizatorių; d) smulkinant medžiagas?

3. VANDENILIS



„Degųjį orą" (taip anksčiau vadino vandenilį) dar 1660 m. gavo chemikas R. Boilis. 1766 m. vandenilį ištyrė ir aprašė anglų mokslininkas H. Kavendišas, nustatęs, kad jo yra rūgščių sudėtyje. Šis elementas buvo gautas, geležį veikiant sieros rūgštimi. Vėliau A. Lavuazjė ištyrė vandens sudėtį ir nustatė, kad jame yra vandenilio. Iš čia kilo lotyniškas šio elemento pavadinimas *hydrogenium* — „gimdantis vandenį".



H. Kavendišas

Henris Kavendišas (1731 - 1810) — anglų fizikas ir chemikas. Tyrė dujas ir jų savybes. Išskyrė vandenilį, įrodė, kad jo degimo produktas yra vanduo. Gavo azoto oksidus, aptiko, kad ore yra inertinių dujų.

Žemėje laisvojo vandenilio praktiškai nėra, tik įvairiuose junginiuose. Geriausiai žinomas ir labiausiai paplitęs junginys yra vanduo H_2O. Vandenilis sudaro 1 % Žemės plutos, 10 % — žmogaus ir 70—99 % Saulės ir kitų žvaigždžių masės.

Gamtiniame vandenilyje visada yra 0,02 % izotopo $^{2}_{1}H$, vadinamo deuteriu. Saulėje (ir kitose žvaigždėse) vyksta nestabilaus vandenilio izotopo $^{3}_{1}H$ — tričio — virtimo heliu branduolinės reakcijos. Jose išsiskiria didžiulė energija, šildanti Žemę ir kitas Saulės sistemos planetas. Tokioje reakcijoje iš 1 g vandenilio gaunama tiek energijos, kiek jos susidarytų, sudeginus 20 t anglių. Žmonijos sukurtų atominių (vandenilinių) bombų veikimas taip pat pagrįstas šiomis $^{3}_{1}H$ savybėmis. Tai pats baisiausias žmonijos sukurtas ginklas, galintis sunaikinti visa, kas gyva.



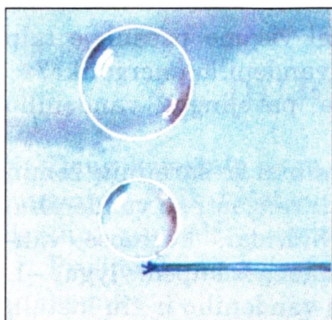
A. Sacharovas (1921 — 1989)

Atominės bombos galia matuojama sprogstamosios medžiagos — trotilo — ekvivalentu. Jis rodo, kiek tonų trotilo reikėtų, norint įvykdyti tam tikros galios sprogimą. JAV ir Rusija yra sukūrusios bombų, kurių galia siekia per 1 mln. trotilo ekvivalentų. Palyginkite — didelės aviacinės bombos masė — tik 0,2—0,5 t. Vadinasi, vandenilinės bombos sprogimas galingesnis už kelių milijonų aviacijos bombų sprogimą! O tokių bombų yra tūkstančiai... Jei būtų išmokta kontroliuoti branduolines reakcijas, žmonija turėtų praktiškai neišsemiamą energijos šaltinį.

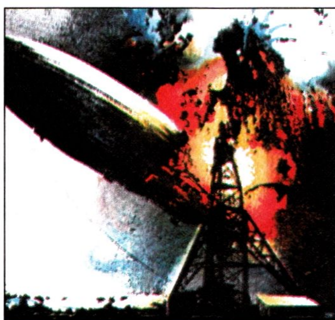
Rusijos akademikas A. Sacharovas, vienas iš branduolinio ginklo kūrėjų, supratęs ginklavimosi pavojų, visą savo gyvenimą paskyrė kovai už nusiginklavimą ir žmogaus teises, dėl to tuometinės valdžios buvo persekiojamas.



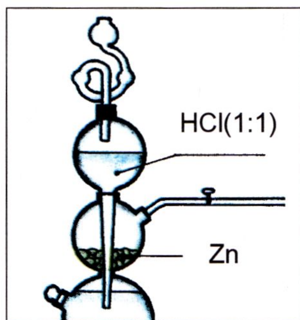
3. VANDENILIS



3.1 pav.



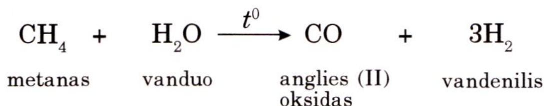
3.2 pav.



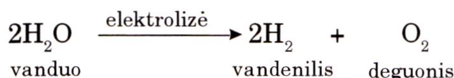
3.3 pav.

Vandenilis — pačios lengviausios, bet gana sunkiai suskystinamos dujos ($t_{vir.}$ = –252,6 °C). Jo pilni muilo burbulai kyla aukštyn (3.1 pav.). Ši vandenilio savybė buvo taikoma pripildant aerostatus. Tačiau neretai tokie aerostatai keldavo pavojų, nes užsidegdavo (3.2 pav.).

Kaip vandenilis gaunamas laboratorijoje, jau žinote (pavyzdžiui, reaguojant cinkui su druskos rūgštimi, natriui su vandeniu). Dažnai tam naudojami Kipo aparatai (3.3 pav.). Pramonėje vandenilis gaunamas iš gamtinių dujų (metano CH_4) arba elektrolizuojant vandenį:

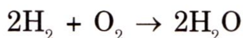


$$\underset{\text{metanas}}{CH_4} + \underset{\text{vanduo}}{H_2O} \xrightarrow{t^0} \underset{\text{anglies (II) oksidas}}{CO} + \underset{\text{vandenilis}}{3H_2}$$



$$\underset{\text{vanduo}}{2H_2O} \xrightarrow{\text{elektrolizė}} \underset{\text{vandenilis}}{2H_2} + \underset{\text{deguonis}}{O_2}$$

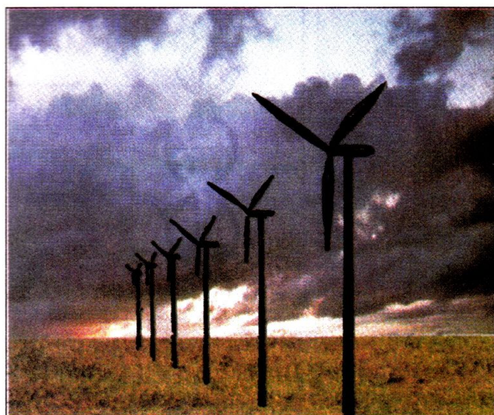
Vandenilio ir deguonies mišinys smarkiai sprogsta. Padegtas mėgintuvėlyje, jis tik švilpteli, o didesnis kiekis sukelia kurtinantį sprogimą. Vyksta reakcija:



$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

Tokios deguonies ir vandenilio mišinio dujos, kurių tūrinis santykis lygus 1 : 2, vadinamos *perkūno dujomis*.

Kadangi vandenilį galima gauti iš vandens, ateityje jis gali būti plačiai naudojamas kaip kuras. Ypač tai svarbu šalims, turinčioms labai mažus tradicinio kuro (naftos, dujų, akmens anglių) išteklius, pavyzdžiui, Lietuvai. Vandens elektrolizei galima būtų naudoti Saulės arba vėjo energiją (3.4 pav.). Gautą vandenilį patogu transportuoti ir laikyti. Vandenilio degimo produktas — vanduo — neteršia atmosferos, todėl švaresnis taptų ir oras. Dabar viso pasaulio mokslininkai ieško būdų vandenilio gamybai atpiginti, nes iki šiol ji yra dar gana brangi. Drauge tobulinama jo panaudojimo technologija, siekiama, kad ji būtų patikima ir saugi.



3.4 pav.

1. Kodėl visame pasaulyje taip domimasi vandenilio energetika?

2. Kuo pavojingos vandenilio dujos?

3. Šarminiai ir šarminių žemių metalai gali reaguoti su vandeniliu. Susidaro hidridai, kuriuose vandenilio oksidacijos laipsnis lygus –1. Parašykite vandenilio ir šių metalų reakcijų lygtis:

a) ličio; b) kalcio.

Parašę oksidacijos ir redukcijos pusiaulygtes, pažymėkite oksidatorių ir reduktorių.

4. Parašykite lygtis reakcijų, kuriose vandenilis susidaro reaguojant:

a) natriui ir vandeniui; b) cinkui ir sieros rūgščiai; c) magniui ir druskos rūgščiai.

5. Pasakykite, kurie metalai, veikiami rūgščių, vandenilio neišskiria:

a) magnis; b) litis; c) varis; d) sidabras; e) aliuminis.

Parašykite metalų ir sieros rūgšties tirpalo reakcijų lygtis.

6. Pakankamu druskos rūgšties kiekiu veikiama 2,7 g aliuminio. Kiek gramų vandenilio susidarys?

7. Pakankamas kiekis geležies veikiamas sieros rūgšties tirpalu, kurio masės dalis 20 %, tūris 50 cm^3, o tankis 1,14 g/cm^3. Apskaičiuokite, kiek gramų vandenilio susidarys.

8. Kiek gramų vandenilio išsiskirs, veikiant 6,5 g cinko 36 % druskos rūgšties tirpalu, kurio tūris 119 cm^3, o tankis $\rho = 1{,}19$ g/cm^3?

4. BENDROSIOS NEMETALŲ SAVYBĖS

4.1. DUJOS. MOLINIS DUJŲ TŪRIS

Daug nemetalų ir jų junginių yra dujinės medžiagos, o dujinių metalų junginių — tik keletas. Tai kai kurių metalų hidridai (junginiai su vandeniliu), pavyzdžiui, SbH_3, BiH_3.

Prisiminkime, ką apie dujas sužinojome VIII klasėje, mokydamiesi fizikos ir chemijos.

1. *Dujos neturi pastovios formos ir gana lengvai keičia tūrį. Jos yra spūdžios* (4.1 pav.).
2. *Atstumai tarp dujų molekulių yra labai dideli* (4.2 pav.), *daug didesni negu skysčiuose ir kietuosiuose kūnuose.*

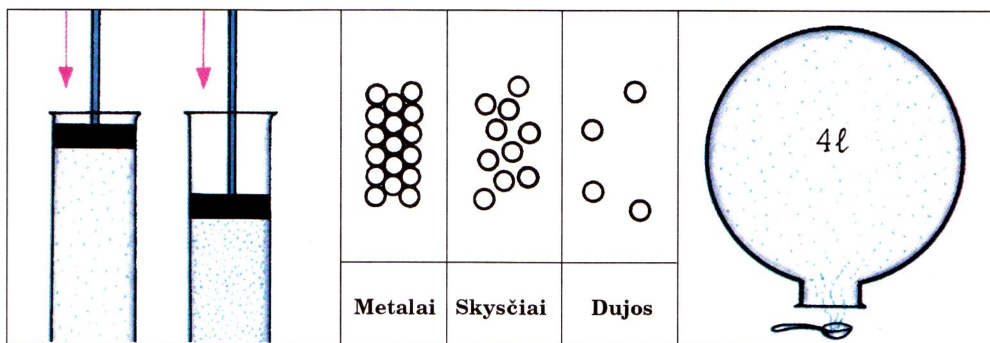
Pavyzdžiui, vieno arbatinio šaukštelio vandens garai užimtų 4 litrų tūrį (4.3 pav.)!

Palyginus 1 l įvairių dujų masę tomis pačiomis 0 °C temperatūros ir $1{,}013 \cdot 10^5$ Pa slėgio (atmosferos slėgio) sąlygomis, gaunami skirtingi dydžiai (4.1 lentelė). Šios sąlygos vadinamos *normaliosiomis sąlygomis*. Tačiau nors dujų masė skirtinga, 1 mol jų užima tą patį 22,4 l tūrį (normaliosiomis sąlygomis — n. s.). Tai nesunku patikrinti.

Patikrinkime lentelės duomenis. Molinį dujų tūrį pažymime V_M. Jis sutinka su 1 l tūriu taip, kaip tų dujų molinė masė M — su 1 l dujų mase:

$$\frac{V_M}{1\ \text{l}} = \frac{M}{m}\,; \qquad \text{čia } m \text{ — 1 l dujų masė.}$$

Iš čia $$V_M = \frac{2{,}016\ \text{g/mol} \cdot 1\ \text{l}}{0{,}089\ \text{g}} = 22{,}4\ \text{l/mol}.$$



4.1 pav. **4.2 pav.** **4.3 pav.**

4.1 lentelė

Kai kurių dujų masės ir molinės masės palyginimas

Dujos	Formulė	1 l dujų masė, g	Dujų molinė masė, g/mol	1 mol dujų tūris, l	Molekulių skaičius
Vandenilis	H_2	0,089	2,016	22,4	$6{,}02 \cdot 10^{23}$
Deguonis	O_2	1,428	31,999	22,4	$6{,}02 \cdot 10^{23}$
Azotas	N_2	1,250	28,014	22,4	$6{,}02 \cdot 10^{23}$
Anglies dioksidas	CO_2	1,960	44,01	22,4	$6{,}02 \cdot 10^{23}$
Amoniakas	NH_3	0,759	17,03	22,4	$6{,}02 \cdot 10^{23}$
Oras	—	1,295	29	22,4	$6{,}02 \cdot 10^{23}$
Metanas	CH_4	0,714	16,04	22,4	$6{,}02 \cdot 10^{23}$
Chloras	Cl_2	3,17	71,1	22,4	$6{,}02 \cdot 10^{23}$
Vandenilio chloridas	HCl	1,63	36,55	22,4	$6{,}02 \cdot 10^{23}$

Taip pat apskaičiuojamas ir kitų dujų molinis tūris.

Taigi, žinodami, kad molinis dujų tūris normaliomis sąlygomis yra pastovus dydis, bei tų dujų kiekį moliais, galime apskaičiuoti dujų tūrį V:

$$V = n \cdot V_M;$$

čia n — molių skaičius.

Tūris, kurį užima 1 mol bet kurių dujų, esant 0 °C temperatūrai ir $1{,}013 \cdot 10^5$ Pa slėgiui, vadinamas moliniu dujų tūriu. Jis lygus 22,4 l.

Dujose, kurių tūris lygus 22,4 l, n. s. yra $6{,}02 \cdot 10^{23}$ molekulių.

Šis dydis — $6{,}02 \cdot 10^{23}$ — italų mokslininko A. Avogadro garbei vadinamas *Avogadro tūriu*.



A. Avogadras

Amadėjas Avogadras di Kvarenjė (1776 — 1856) — italų fizikas ir chemikas, atominės ir molekulinės teorijos kūrėjas. Tęsdamas šeimos tradicijas, tapo advokatu, bažnytinės teisės daktaru. 1800 m. pradėjo studijuoti matematiką ir fiziką, o nuo 1806 m. dėstė Turino universitete, vėliau tapo profesoriumi. 1811—1821 m. paskelbė darbų, vėliau tapusių atominės ir molekulinės teorijos pagrindu. Amžininkai prisimindavo jį kaip nepaprastai kuklų, pasišventusį mokslui žmogų.

4.1. DUJOS. MOLINIS DUJŲ TŪRIS

Išnagrinėkime vandenilio ir deguonies dujų reakcijos lygtį, kai susidaro vandens garai:



	$2H_2$ +	O_2 →	$2H_2O$
Molių santykis	2 mol	1 mol	2 mol
Molekulių skaičius	$2 \cdot 6 \cdot 10^{23}$	$1 \cdot 6 \cdot 10^{23}$	$2 \cdot 6 \cdot 10^{23}$
Molinių tūrių santykis	2 tūriai	1 tūris	2 tūriai

Reakcijų tarp dujinių medžiagų koeficientai rodo tūrinį reaguojančių medžiagų santykį.

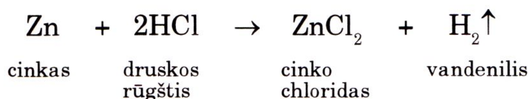
Vienoduose įvairių dujų tūriuose yra tas pats skaičius molekulių (Avogadro dėsnis).

Apskaičiuokime, kiek molekulių yra 1 l šių dujų:

$6{,}02 \cdot 10^{23}$ molekulių/mol : 22,4 l = $2{,}69 \cdot 10^{22}$ molekulių H_2;

$6{,}02 \cdot 10^{23}$ molekulių/mol : 22,4 l = $2{,}69 \cdot 10^{22}$ molekulių O_2.

Jei reakcijoje susidaro arba sunaudojamos dujos, patogu apskaičiuoti jų tūrį, o ne masę. Pavyzdžiui, apskaičiuokime, koks tūris vandenilio išsiskirs, sureagavus 6,5 g cinko su druskos rūgšties tirpalu (pakankamu kiekiu). Užrašome reakcijos lygtį:



$$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$$

cinkas — druskos rūgštis — cinko chloridas — vandenilis

Cinko kiekis moliais lygus:

$$n(\mathrm{Zn}) = \frac{m}{M} = \frac{6{,}5\,\mathrm{g}}{65\ \mathrm{g/mol}} = 0{,}1\ \mathrm{mol}.$$

Kadangi V_M = 22,4 l/mol, tai

$$V = n \cdot 22{,}4\ \mathrm{l/mol} = 0{,}1\ \mathrm{mol} \cdot 22{,}4\ \mathrm{l/mol} = 2{,}24\ \mathrm{l}.$$

1. Sakoma, kad lygiuose įvairių dujų tūriuose yra vienodas skaičius molekulių. Kodėl?

2. Apskaičiuokite, kokį tūrį n. s. užims:

a) 0,25 mol dujų; b) 0,1 mol dujų; c) 50 mol dujų.

3. Nustatykite, kiek molekulių n. s. yra:

a) viename litre vandenilio; b) 20 l anglies dioksido; c) 500 l azoto; d) 1 m^3 metano.

4. Apskaičiuokite, kokia n. s. bus šių dujų masė:

a) 0,5 l ksenono (Xe); b) 40 l amoniako; c) 32 l deguonies; d) 6 m^3 oro.

5. Kokį tūrį n. s. užims 10 g šių dujų:
a) vandenilio; b) azoto; c) chloro; d) amoniako?
6. Baikite pildyti lentelę:

Dujos	Formulė	Molekulinė masė	Molių skaičius	Molekulių skaičius	Dujų masė, g	Dujų tūris, l
Azotas			0,1			
Fluoras	F_2			$2{,}4 \cdot 10^{23}$		
					1	11,2
	NH_3					15
				$3{,}01 \cdot 10^{24}$	160	

4.2. DUJŲ SAVYBĖS

Santykinis dujų tankis. Šis dydis parodo, kiek kartų vienos dujos sunkesnės už kitas, ir žymimas raide *D*. Pavyzdžiui, santykinis oro tankis vandenilio atžvilgiu žymimas $D_{oras}(H_2)$, santykinis vandenilio tankis oro atžvilgiu — D_{H_2} (oras).

Santykinį vienų dujų tankį kitų atžvilgiu galima sužinoti, apskaičiavus tų dujų molinių masių santykį. Pavyzdžiui, apskaičiavę oro ir vandenilio molinių masių santykį, gauname:

$$D = \frac{M(\text{oro})}{M(H_2)} = \frac{29\ \text{g/mol}}{2\ \text{g/mol}} = 14{,}5.$$

Vadinasi, oras net 14,5 kartų sunkesnis už vandenilį.

Dujų molinių masių santykis vadinamas vienų dujų santykiniu tankiu kitų dujų atžvilgiu.

Jeigu santykinis dujų tankis oro atžvilgiu *D* < 1, dujos yra už orą lengvesnės, jei *D* > 1, sunkesnės (4. 4 pav., a, b).

Žinome, kad vieni kūnai, panardinti vandenyje, skęsta, kiti — plūduriuoja, nes jų tankis mažesnis už vandens tankį. Mokydamiesi fizikos, sužinojome, kad panardinto kūno išstumto vandens tūris lygus kūno tūriui (Archimedo dėsnis).

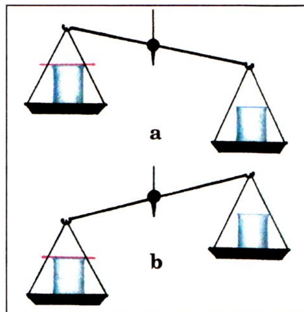
Vandenilio pripildytas balionas išstums tokį patį tūrį sunkesnio oro. Jei baliono tūris lygus 1 l, išstumto oro tūris taip pat lygus 1 l. Bet 1 l oro masė lygi 1,295 g, o 1 l H_2 dujų masė — tik 0,089 g (žr. 4.1 lentelę). Vadinasi, balionas su vandeniliu yra net 1,206 g lengvesnis (1,295 g – 0,089 g = = 1,206 g). Taigi jis gali pakelti tokios pat masės daiktą (pavyzdžiui, patį balioną, į kurį šių dujų buvo prileista).

Juo dujos lengvesnės už orą, juo didesnė jų keliamoji galia.

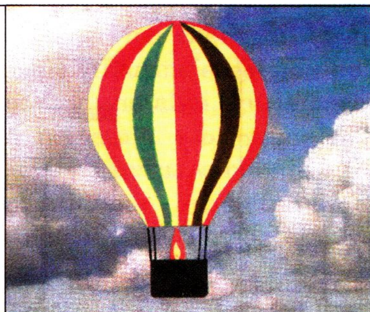
Kaitinamos dujos plečiasi, mažėja jų tankis, dujos tampa lengvesnės ir kyla aukštyn. Taigi balionus galima pripildyti karšto oro. Dabar ypač populiarūs balionai, kuriuose įrengti dujų degikliai, šildantys orą (4.5 pav.).

Pirmasis oro balionas pakilo į dangų Prancūzijoje dar XVIII šimtmetyje. Tai buvo paprasčiausias maišas, apklijuotas pergamentiniu popieriumi, o į jį, laikomą virš laužo, prileista karšto oro. Atradus vandenilį, balionai pradėti pildyti šiomis dujomis. 1783 m. Prancūzijoje pirmasis toks šilkinis skystu kaučiuku įmirkytas balionas nuskrido net 18 km. Vietiniai gyventojai taip išsigando, kad balioną suplėšė į skutelius. Tų pačių metų pabaigoje paleistas balionas su krepšiu, kuriame buvo gaidys, antis ir avinas. O 1783 m. lapkričio 25 d. pirmą kartą juo skrido žmogus.

Aukščiai ir nuotoliai didėjo. 1804 m. įžymus prancūzų fizikas Gei-Liusakas pakilo net į 4 km aukštį.



4.4 pav.



4.5 pav.



4.6 pav.

Dujų tirpumas. Jau žinome, kad dujos labai nevienodai tirpsta vandenyje. Vandens molekulės yra polinės, todėl jame geriau tirpsta polinės medžiagos, pavyzdžiui, HCl (žr. 4.2 lentelę).

4.2 lentelė

Kai kurių dujų tirpumas vandenyje

Dujos	Formulė	Tirpumas litrais 1 l vandens		
		0 °C	20 °C	40 °C
Argonas	Ar	0,116	0,073	0,055
Azotas	N_2	0,023	0,015	0,011
Vandenilis	H_2	0,021	0,018	0,017
Deguonis	O_2	0,049	0,031	0,023
Anglies dioksidas	CO_2	1,71	0,876	0,529
Vandenilio chloridas	HCl	505	430	388
Amoniakas	NH_3	1153	693	405

Padidinus slėgį, to paties tūrio dujų molekulių skaičius padidėja, todėl padidėja ir dujų tirpumas. Kai tik slėgis susilygina su atmosferos slėgiu, dujų perteklius greitai išsiveržia (4.6 pav.).

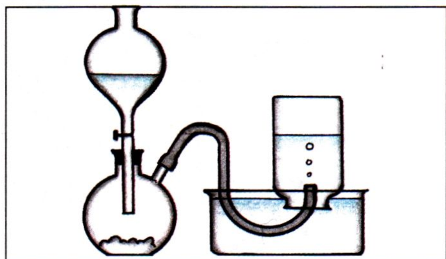
Dujų rinkimo būdai. Žinodami dujų savybes, galime taikyti įvairius būdus reakcijoje išsiskiriančioms dujoms surinkti. Svarbiausi yra šie:

1. Netirpias vandenyje dujas galima surinkti išstumiant vandenį (4.7 pav.). Lygiai taip pat rinkome vandenilį ir deguonį tolesniems bandymams.

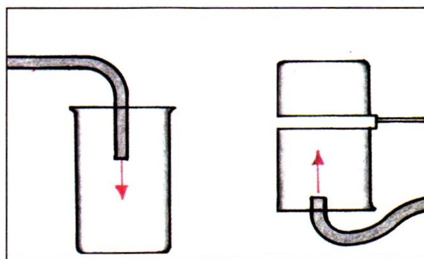
2. Dujas galima surinkti išstumiant orą. Jei jos sunkesnės už orą, renkamos indą laikant anga į viršų, jei lengvesnės — anga žemyn (4.8 pav.).

Taip surinktų dujų negalima ilgai laikyti. Dėl šiluminio molekulių judėjimo po kurio laiko dujos išsisklaido ore.

3. Dujas dar galima rinkti išstumiant gyvsidabrį, nes jame netirpsta praktiškai visos dujos. Tačiau šis būdas jau seniai nebetaikomas, nes gyvsidabrio garai nepaprastai nuodingi.



4.7 pav.



4.8 pav.

 1. Ką vadiname santykiniu dujų tankiu?

2. Kaip dujų tirpumas priklauso nuo temperatūros?

3. Kodėl šampanas, atkimšus butelį, putoja, o kamštis išlekia su trenksmu?

4. Koks limonadas labiau putoja: šiltas ar atšaldytas? Kodėl rekomenduojama šį gėrimą gerti atšaldytą?

5. Apskaičiuokite santykinį šių dujų tankį oro atžvilgiu:
a) metano; b) chloro; c) azoto; d) anglies dioksido.

6. Balionas, kurio tūris 3 l, n. s. pripildytas vandenilio dujų. Apskaičiuokite:

a) balione esančio vandenilio masę; b) kiek kartų šis balionas bus lengvesnis už tokį patį oro balioną; c) kokios masės pasvarėlį gali pakelti šis balionas, jei paties baliono masė lygi 3 g?

7. Suskystintomis dujomis kūrenamų viryklių negalima naudoti virtuvėse, po kuriomis yra rūsiai. Suskystintos dujos — tai propano C_3H_8 ir butano C_4H_{10} mišinys. Kodėl šis reikalavimas netaikomas viryklėms, kūrenamoms metanu CH_4?

8. Kokiu tūriu helio reikia pripildyti balioną, kad jis galėtų pakelti jus? Baliono ir gondolos masė lygi 50 kg.

9. Apskaičiuokite tūrį dujų, kurios (n. s.) išsiskirs, sureagavus 2,7 g aliuminio su druskos rūgšties tirpalo pertekliumi.

10. Kiek litrų deguonies (n. s.) galima gauti, elektrolizavus 36 g vandens?

11. Geležies drožlės, kurių masė lygi 7 g, užpiltos 110 ml sieros rūgšties tirpalo. Jo masės dalis 20 %, tankis 1,14 g / cm^3. Apskaičiuokite išsiskyrusių dujų tūrį (n. s.).

4.3. NEMETALŲ VIETA PERIODINĖJE ELEMENTŲ SISTEMOJE

Nemetalai sudaro mažesnę visų cheminių elementų dalį. Jie yra periodinės lentelės dešinės pusės viršutinėje dalyje (4.9 pav.).

Nuo metalų juos skiria pusmetaliai, kurie savo savybėmis yra tarpiniai elementai tarp metalų ir nemetalų. Išoriniame elektronų sluoksnyje nemetalai turi po 4—7 elektronus (išskyrus vandenilį). Todėl nemetalai elektronus lengviau prisijungia negu atiduoda. Pusmetalių elektroninė sandara panaši į nemetalų, bet jie gana nesunkiai atiduoda elektronus.

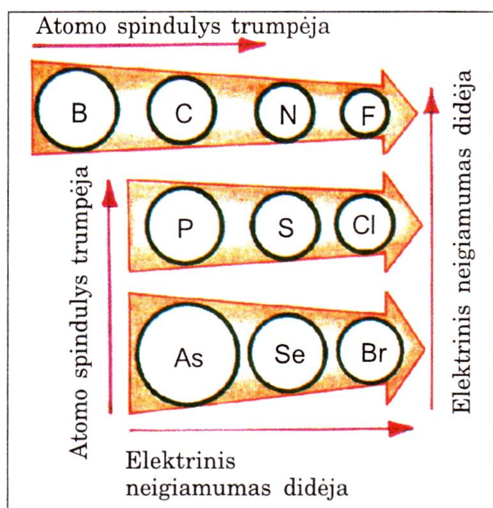
Kai kurios inertinės dujos (Kr, Xe, Rn) ypatingomis sąlygomis taip pat sudaro junginius. Tuo jos tarsi panašios į nemetalus. Tai susiję su IV periodo elementų elektronine sandara, apie kurią jūs sužinosite aukštesnėse klasėse.

4.3. NEMETALŲ VIETA PERIODINĖJE ELEMENTŲ SISTEMOJE

— nemetalai (tipiški) — pusmetaliai — inertinės dujos

																	He
												B	C	N	O	F	Ne
													Si	P	S	Cl	Ar
													Ge	As	Se	Br	Kr
															Te	I	Xe
																At	Rn

4.9 pav.



4.10 pav.

Didėjant atomo numeriui, didėja branduolio krūvis ir elektronų skaičius sluoksnyje (žr. periodinę lentelę), dėl to atomo spindulys trumpėja, nes elektronai yra stipriau traukiami prie branduolio. Drauge didėja elementų elektrinis neigiamumas. Trumpiausią atomo spindulį (išskyrus H) ir didžiausią elektrinį neigiamumą turi fluoras (4.10 pav.).

Junginiuose su metalais ir vandeniliu nemetalai turi neigiamą oksidacijos laipsnį.

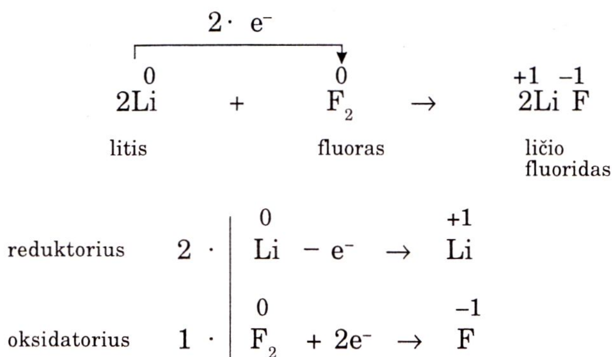
Neigiamas nemetalų oksidacijos laipsnis gali būti nustatomas pagal tai, kiek elektronų trūksta iki 8, kad būtų užpildytas išorinis elektronų sluoksnis. Remiamasi tokia formule: grupės numeris – 8 = neigiamas oksidacijos laipsnis. Pavyzdžiui, fosforas yra 5-osios grupės elementas, tada 5 – 8 = –3.

IVA	VA	VIA	VIIA
– 4	– 3	– 2	– 1
C	N	O	F
	– 3	– 2	– 1
	P	S	Cl

Nemetalų junginiai su metalais yra joniniai.

Pusmetaliams junginiuose su metalais gali būti priskiriamas neigiamas oksidacijos laipsnis, tačiau jie dažniausiai nagrinėjami kaip metalų lydiniai, o ne junginiai.

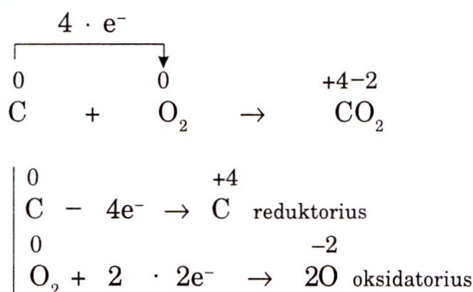
Jungiantis metalams su nemetalais tiesiogiai, pastarieji yra oksidatoriai:



Juo lengviau nemetalas prisijungia elektronus, juo jis stipresnis oksidatorius. Ši savybė priklauso ir nuo elektrinio neigiamumo, ir nuo elemento atomo spindulio.

Stipresni oksidatoriai nemetalai gali oksiduoti kitus nemetalus. Pavyzdžiui, fluoras gali oksiduoti deguonį, deguonis — visus nemetalus, išskyrus fluorą, chloras — visus nemetalus, išskyrus fluorą ir deguonį. Išnagrinėkime oksidacijos deguonimi lygtis.

Nemetalai ir pusmetaliai sudaro oksidus (išskyrus fluorą), kuriuose nemetalų ir pusmetalių oksidacijos laipsnis yra teigiamas. Pavyzdžiui, anglis oksiduojama deguonimi:



Didžiausias teigiamas nemetalų oksidacijos laipsnis lygus elektronų, esančių išoriniame sluoksnyje, skaičiui (grupės numeriui):

IVA	VA	VIA	VIIA
+4 C	+5 N	–	–
	+5 P	+6 S	+7 Cl



4.3. NEMETALŲ VIETA PERIODINĖJE ELEMENTŲ SISTEMOJE

Nemetalų ir pusmetalių oksiduose jungtys yra kovalentinės polinės.

Nemetalų ir pusmetalių oksidus atitinka rūgštys.

Grupė	IVA	VA	VIA	VIIA
Nemetalas Oksidas Rūgštis	C CO_2 H_2CO_3	N N_2O_5 HNO_3	O — —	F — —
Nemetalas Oksidas Rūgštis		P P_2O_5 H_3PO_4	S SO_3 H_2SO_4	Cl Cl_2O_7 $HClO_4$

Nemetalų oksidacijos laipsnis oksiduose ir juos atitinkančiose rūgštyse sutampa. Tačiau yra nemetalų oksidų, kurie neturi juos atitinkančių rūgščių, pavyzdžiui, anglies (II) oksidas CO, azoto (II) oksidas NO ir azoto (IV) oksidas NO_2. Jie vadinami rūgščių nesudarančiaisiais oksidais.

 1. Persibraižykite lentelę į sąsiuvinius ir baikite ją pildyti:

Elementas	Simbolis	Sluoksnių skaičius	Elektronų skaičius išoriniame sluoksnyje	Neigiamojo jono krūvis
Anglis	C			4–
		3	5	
	S			
Azotas				
		2		2–
		2	7	
	I			1–

2. Apskaičiuokite nemetalų oksidacijos laipsnį šiuose junginiuose:

SeO_2; SO_3; NaF; Al_4C_3; PCl_5; N_2O_3; LiH; PBr_3; ClBr; SiF_4; CCl_4; NaCl.

3. Iš pateikto sąrašo išrinkite ir surašykite poromis oksidus bei juos atitinkančias rūgštis:

H_2SO_3; SO_3; CO_2; H_2SO_4; SO_2; HNO_3; NO; P_2O_5; N_2O_5; H_2CO_3; H_3PO_4; P_2O_3; NO_2; Li_2O; LiOH; CO.

4. Parašykite šių nemetalų vandenilinių junginių formules:

C; N; O; F; Cl; S; P.

Koks nemetalų oksidacijos laipsnis susidariusiuose hidriduose?

5. VIIA GRUPĖS NEMETALAI — HALOGENAI

5.1. BENDROJI HALOGENŲ CHARAKTERISTIKA

Halogenai — fluoras, chloras, bromas ir jodas — yra VIIA grupės elementai. Visų jų atomų išoriniame sluoksnyje yra po 7 elektronus, todėl halogenams būdingas neigiamas oksidacijos laipsnis. Palyginkime halogenų atomų sandarą (5.1 lentelė).

5.1 lentelė

Halogenų atomų sandaros palyginimas

Elementas	Cheminis ženklas	Branduolio krūvis	Elektronų skaičius sluoksniuose	Atomo spindulys, nm	Elektrinis neigiamumas	Oksidacijos laipsnis	
						neigiamas	teigiamas
Fluoras	F	+9	2; 7	0,064	4,0	–1	—
Chloras	Cl	+17	2; 8; 7	0,099	3,0	–1	+1; +3; +5; +7
Bromas	Br	+35	2; 8; 18; 7	0,114	2,8	–1	+1; +3; +5; +7
Jodas	I	+53	2; 8; 18; 18; 7	0,133	2,5	–1	+1; +3; +5; +7

Nuo halogenų atomų sandaros priklauso jų fizikinės ir cheminės savybės (5.2 lentelė).

5.2 lentelė

Halogenų fizikinių savybių palyginimas

Halogenas	Fluoras	Chloras	Bromas	Jodas
Ženklas	F	Cl	Br	I
Molekulės formulė	F_2	Cl_2	Br_2	I_2
Virimo temp., °C	–188,1	–34,0	59,5	185,2
Agregatinė būsena	dujos	dujos	skystis	kietoji medžiaga
Pavyzdys				

Visų halogenų molekulės yra dviatomės, atomai molekulėje sujungti kovalentine nepoline jungtimi.



5.1. BENDROJI HALOGENŲ CHARAKTERISTIKA

Laisvi halogenai yra pavojingi: jų garai nuodingi, o bromas ir jodas gali nudeginti odą.

Halogenai yra labai aktyvūs, todėl gamtoje randami tik junginiuose (žr. 5.3 lentelę).

5.3 lentelė

Halogenų paplitimas

Halogenas	Paplitimas Žemės plutoje	Mineralai	Kur randami
Fluoras	0,054 %	fluoritas CaF_2 kriolitas Na_3AlF_6	Žuvų, paukščių ir žinduolių dantyse, kauluose
Chloras	0,19 %	akmens druska NaCl silvinas KCl karnalitas $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$	Jūrų ir sūriųjų ežerų vandenyse, gyvūnų skrandžiuose (HCl), ląstelių skysčiuose
Bromas	$2{,}5 \cdot 10^{-4}$ %	reti	Jūrų vandenyse, akmens druskoje
Jodas	$4{,}6 \cdot 10^{-5}$ %	reti, jodargiritas AgI	Jūrų vandenyse, jūrų dumbliuose, skydliaukėje

Fluoritas	Akmens druska	Silvinas	Jodargiritas

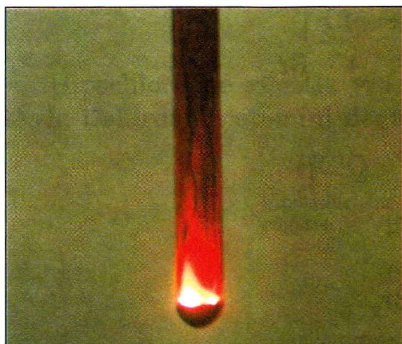
Lietuvoje halogenų junginių yra sūriuose požeminiuose vandenyse (iki 150 g/l druskų) ir Baltijos jūroje (7—8 g/l druskų), o Vakarų Lietuvoje rasti akmens druskos klodai. Tačiau mūsų krašte halogenų junginių gavyba nepraktikuojama.

Halogenų ir metalų junginiai (halogenidai) yra druskos. Iš čia kilęs halogenų pavadinimas (gr. *hals* — druska, *genos* — giminė). Halogenidai susidaro oksidacijos ir redukcijos reakcijose halogenų atomams prisijungiant elektronus.

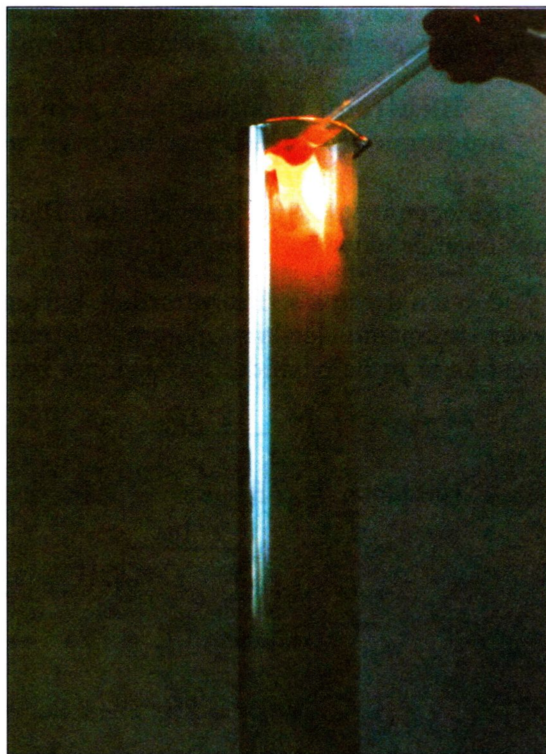
1 bandymas. Aliuminio pudrą sumaišykime su jodo milteliais ir užlašinkime lašelį vandens (katalizatorius). Prasidės audringa reakcija (5.1 pav.).



5.1 pav.

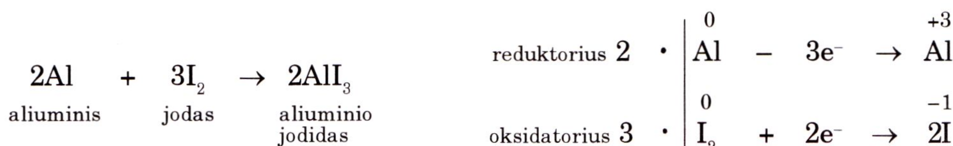


5.2 pav.



5.3 pav.

Užrašykime reakcijos lygtį:



$$\underset{\text{aliuminis}}{2Al} + \underset{\text{jodas}}{3I_2} \rightarrow \underset{\text{aliuminio jodidas}}{2AlI_3}$$

$$\text{reduktorius } 2 \cdot \left| \overset{0}{Al} - 3e^- \rightarrow \overset{+3}{Al} \right.$$

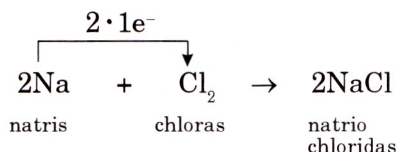
$$\text{oksidatorius } 3 \cdot \left| \overset{0}{I_2} + 2e^- \rightarrow \overset{-1}{2I} \right.$$

Halogenai aktyviai reaguoja ir su metalais (pavyzdžiui, aliuminis su bromu, 5.2 pav.), ir su nemetalais (pavyzdžiui, fosforas su chloru, 5.3 pav.).

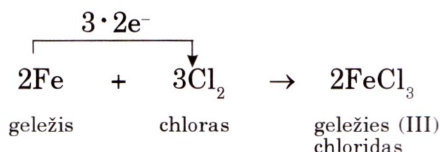


$$2Al + 3Br_2 \rightarrow 2AlBr_3 \qquad 2P + 5Cl_2 \rightarrow 2PCl_5$$

Daug reakcijų su chloru stebėjote VIII klasėje:



$$\underset{\text{natris}}{2Na} + \underset{\text{chloras}}{Cl_2} \rightarrow \underset{\text{natrio chloridas}}{2NaCl} \quad (2 \cdot 1e^-)$$



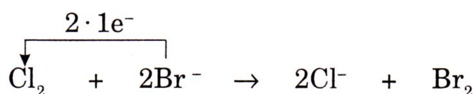
$$\underset{\text{geležis}}{2Fe} + \underset{\text{chloras}}{3Cl_2} \rightarrow \underset{\text{geležies (III) chloridas}}{2FeCl_3} \quad (3 \cdot 2e^-)$$

Tai oksidacijos ir redukcijos reakcijos. Jose halogenai prisijungia elektronus ir tampa neigiamaisiais halogenido jonais, taigi halogenai čia yra oksidatoriai.

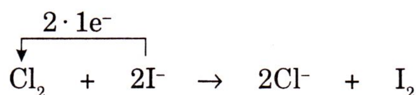
Elektronų prisijungimas prie neutralaus atomo, susidarant neigiamajam jonui, yra būdinga nemetalų savybė.

Halogenai yra tipiški nemetalai. Didėjant elektriniam neigiamumui, jų oksidacinės savybės stiprėja (5.4 pav.).

2 bandymas. Pro vamzdelį, kuriame yra KBr ir KI tirpalais suvilgyti vatos tamponai, leiskime chlorą (5.5 pav.). Matysime, kad jis išstums halogenus iš jų halogenidų. Parašykime reakcijos lygtis:



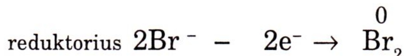
$$\overset{2 \cdot 1e^-}{Cl_2 + 2Br^- \rightarrow 2Cl^- + Br_2}$$



$$\overset{2 \cdot 1e^-}{Cl_2 + 2I^- \rightarrow 2Cl^- + I_2}$$



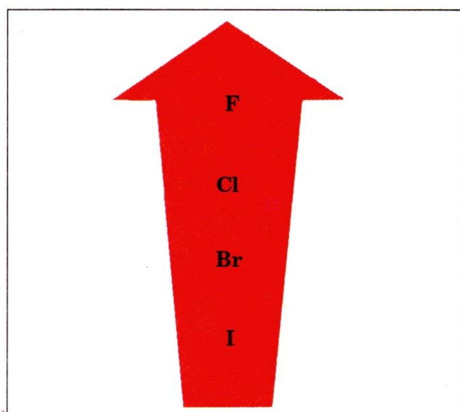
oksidatorius $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$



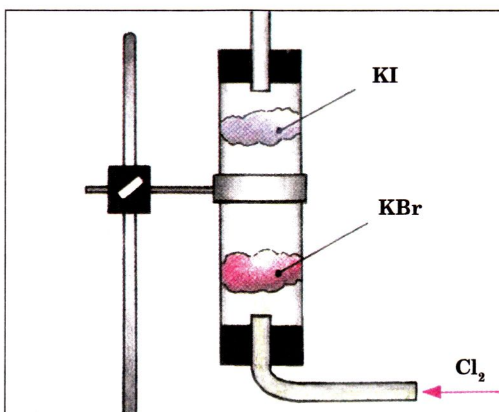
reduktorius $2Br^- - 2e^- \rightarrow \overset{0}{Br_2}$

Iš čia galima padaryti tokią išvadą:

Didėjant cheminių elementų branduolio krūviui ir mažėjant elektriniam neigiamumui, oksidacinės savybės grupėje silpnėja.



5.4 pav.



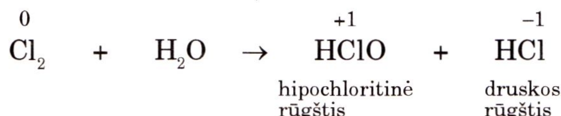
5.5 pav.



5.1. BENDROJI HALOGENŲ CHARAKTERISTIKA

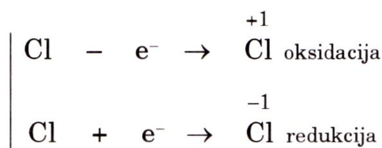
Fluoras nesudaro junginių, kuriuose jo oksidacijos laipsnis būtų teigiamas, nes šio elemento elektrinis neigiamumas didžiausias.

Leidžiant chlorą į vandenį, susidaro dvi rūgštys, kuriose chloro oksidacijos laipsnis yra +1, –1:



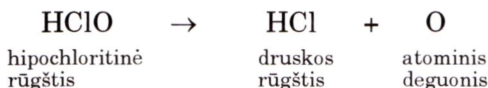
$$\overset{0}{Cl_2} + H_2O \rightarrow \underset{\text{hipochloritinė rūgštis}}{\overset{+1}{HClO}} + \underset{\text{druskos rūgštis}}{\overset{-1}{HCl}}$$

Chloro molekulės vienas atomas oksiduojasi, kitas — redukuojasi:

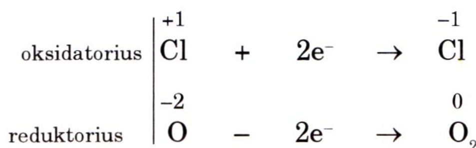


$$Cl - e^- \rightarrow \overset{+1}{Cl} \text{ oksidacija}$$
$$Cl + e^- \rightarrow \overset{-1}{Cl} \text{ redukcija}$$

Hipochloritinė rūgštis yra stiprus oksidatorius. Bet ji nepatvari, todėl skyla išskirdama atominį deguonį:



$$\underset{\text{hipochloritinė rūgštis}}{HClO} \rightarrow \underset{\text{druskos rūgštis}}{HCl} + \underset{\text{atominis deguonis}}{O}$$

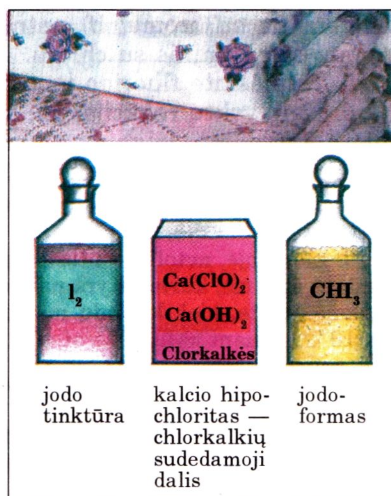


$$\text{oksidatorius } \overset{+1}{Cl} + 2e^- \rightarrow \overset{-1}{Cl}$$
$$\text{reduktorius } \overset{-2}{O} - 2e^- \rightarrow \overset{0}{O_2}$$

Chloru naikinami mikroorganizmai, balinami skalbiniai (chloras blukina dažus), dezinfekuojamas vanduo. Kaip dezinfekuojanti medžiaga naudojami ir įvairūs chloro junginiai, jodas ir jo junginiai (5.6 pav.).

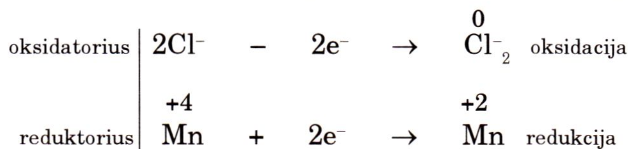
Dar stipresni oksidatoriai yra druskos, kuriose halogenų oksidacijos laipsnis +5, +7. Jos, pavyzdžiui, $KClO_3$ — Bertoleto druska, naudojamos kaip pirotechninės medžiagos, taip pat degtukų galvučių gamybai.

Grynus halogenus galima gauti iš halogenidų, oksiduojant juos mangano dioksidu MnO_2, kalio permanganatu $KMnO_4$ kartu su rūgštimis arba leidžiant jais elektros srovę (elektrolizė).



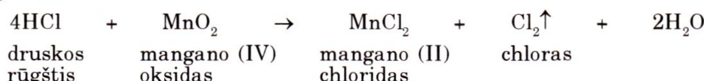
5.6 pav.

Chlorido jono oksidaciją iki laisvojo chloro apibendrintai galime išreikšti taip:



oksidatorius	$2Cl^{-}$	–	$2e^{-}$	→	$\overset{0}{Cl^{-}_2}$	oksidacija
reduktorius	$\overset{+4}{Mn}$	+	$2e^{-}$	→	$\overset{+2}{Mn}$	redukcija

Laboratorijoje chloras gaunamas, lašinant druskos rūgšties tirpalą ant mangano dioksido arba kalio permanganato:



$4HCl$	+	MnO_2	→	$MnCl_2$	+	$Cl_2\uparrow$	+	$2H_2O$
druskos rūgštis		mangano (IV) oksidas		mangano (II) chloridas		chloras		

Tokiu pačiu būdu, veikdamas druskos rūgštį piroliuzitu MnO_2, chlorą gavo įžymusis K. Šelė 1774 m. Tačiau tik 1810 m. anglų chemikas H. Devis nustatė, kad atrastasis chloras yra ne koks nors oksidas, o elementas. Jis pasiūlė šį elementą pavadinti chloru (lot. *chloros* — žalias).



K. V. Šelė

Karlas Vilhelmas Šelė (1742—1786) — įžymus švedų chemikas, dirbęs Stokholme, Upsaloje. Savo karjerą pradėjo, būdamas tik vaistininko padėjėju, didžiausius savo atradimus padarė vaistinėje. Nepaisant to, būdamas tik 32 metų, tapo Stokholmo mokslų akademijos tikruoju nariu. K. Šelė atrado deguonį, chlorą, pirmasis išskyrė tokias svarbias medžiagas, kaip vyno, obuolių, citrinos rūgštys, glicerolis. Jis yra baisiausių nuodų — cianidų išradėjas. Mokslininkas nustatė vandenilio cianido HCN savybes, kvapą ir net skonį (!).

 1. Kuris halogenas yra stipriausias oksidatorius?

2. Kodėl halogenų molekulės yra dviatomės? Parašykite molekulių elektronines formules.

3. Kodėl darbai su halogenais atliekami traukos spintoje?

4. Parašykite oksidacijos ir redukcijos reakcijų lygtis, pažymėkite oksidatorių ir reduktorių, kai jungiasi:

a) varis su bromu; b) natris su fluoru; c) geležis su fluoru; d) magnis su bromu; e) aliuminis su chloru.

5. Nupieškite fluorido jono elektronų išsidėstymo schemą.

6. Kaip vyktų reakcija, jei, atlikdami 2-ąjį bandymą (žr. p. 30), iliustruojantį chloro aktyvumą, leistume fluoro dujas? Parašykite reakcijų lygtis.

7. Ar vandeniui dezinfekuoti gali būti naudojamas fluoras? Kodėl?

8. Apskaičiuokite chloro oksidacijos laipsnį kalcio hipochlorite $Ca(ClO)_2$ ir Bertoleto druskoje $KClO_3$.

9. Lietuvoje, netoli Šventosios ir Siesarties upių santakos, aptiktas požeminio sūraus vandens šaltinis, kuriame yra natrio chlorido. Viename litre šio tirpalo yra 115 g druskos. Apskaičiuokite, kiek kubinių metrų chloro galima būtų gauti iš 1 m^3 tokio sūrymo.

10. Kaitinant kalio chloratą (su mangano (IV) oksidu), gaunamas deguonis. Šios reakcijos schema:



$$KClO_3 \xrightarrow{MnO_2} KCl + O_2$$

Išlyginkite reakcijos lygtį elektronų balanso metodu. Pažymėkite, kuris elementas oksiduojasi, kuris — redukuojasi, kuris — oksidatorius, kuris — reduktorius.

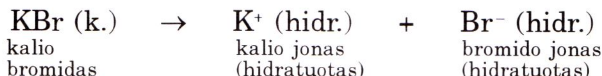
11. Parašykite lygtis reakcijų, kuriomis galima būtų įvykdyti šiuos kitimus:



$$Cl_2 \rightarrow HClO \rightarrow HCl \rightarrow NaCl.$$

5.2. DRUSKOS RŪGŠTIS. HALOGENIDAI

Svarbiausieji halogenų junginiai yra halogenidai. Beveik visi jie tirpūs, vandenyje disocijuoja į jonus, pavyzdžiui:

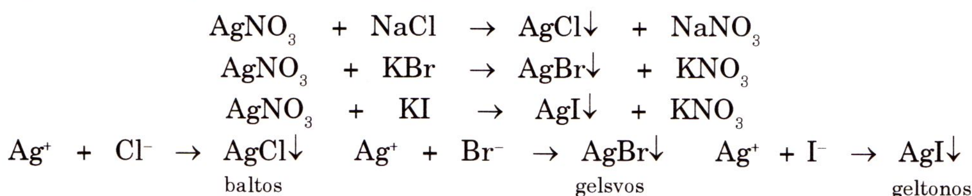


$$KBr\ (k.) \rightarrow K^+\ (hidr.) + Br^-\ (hidr.)$$

kalio bromidas — kalio jonas (hidratuotas) — bromido jonas (hidratuotas)

Tuo tarpu sidabro halogenidai (išskyrus fluoridą) yra netirpūs. Sumaišius sidabro nitrato $AgNO_3$ tirpalą su bet kokių tirpių halogenidų ar druskos rūgšties tirpalais, iškrenta nuosėdos.

1 b a n d y m a s. Į mėgintuvėlius įpilkime po 1 ml natrio chlorido, kalio bromido ir kalio jodido tirpalų. Po to lašinkime po kelis lašus sidabro nitrato tirpalo. Susidarys nuosėdos (5.7 pav.):



$$AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$$
$$AgNO_3 + KBr \rightarrow AgBr\downarrow + KNO_3$$
$$AgNO_3 + KI \rightarrow AgI\downarrow + KNO_3$$

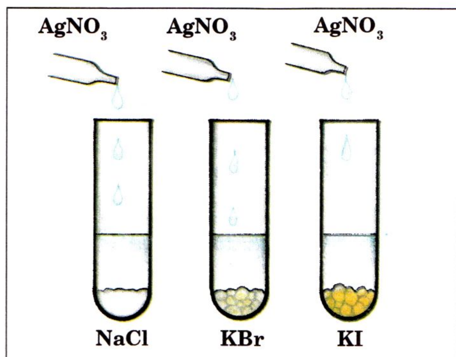
$$Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl\downarrow \quad Ag^+ + Br^- \rightarrow AgBr\downarrow \quad Ag^+ + I^- \rightarrow AgI\downarrow$$

baltos — gelsvos — geltonos

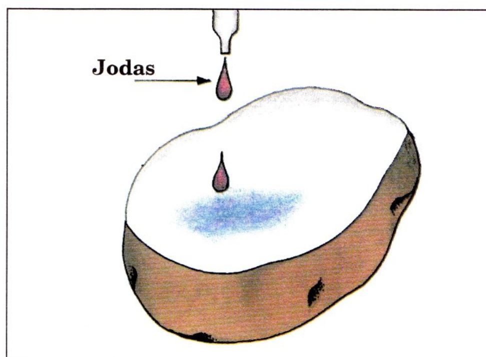
Halogenidų ir sidabro nitrato reakcija yra jų atpažinimo reakcija. Joje susidaro netirpūs sidabro halogenidai.

Jodas sudaro spalvotus junginius su krakmolu. Tai jodo atpažinimo reakcija.

2 b a n d y m a s. Ant šviežiai perpjautos bulvės užlašinkime lašą jodo tinktūros. Bulvė pamėlynuoja, nes jodas nudažo joje esantį krakmolą (5.8 pav.).



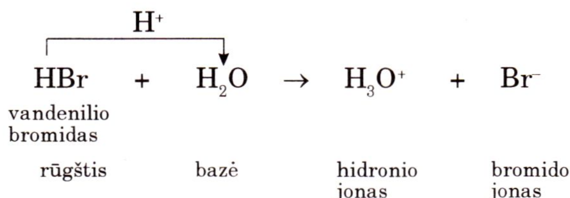
5.7 pav.



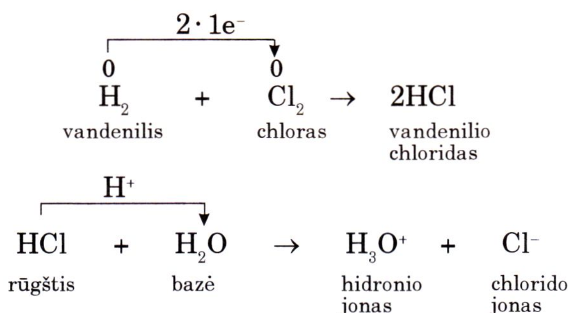
5.8 pav.

Šis metodas tinka obuoliams tikrinti. Obuoliai perpjaunami ir ant jų minkštimo užlašinami keli lašai jodo tinktūros. Jei obuoliai neprinokę, pamėlynuoja tik audiniai apie sėklidę, o jei pernokę, nusidažo visas vaisiaus plotas (5.9 pav.). Skynimui tinka ne visiškai prinokę obuoliai.

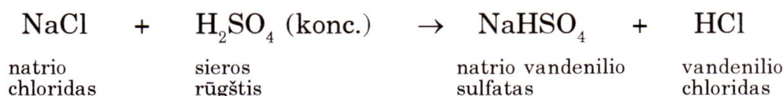
Vandenilio halogenidai, pavyzdžiui, HBr, yra rūgštys, nes vandenyje jonizuojasi:

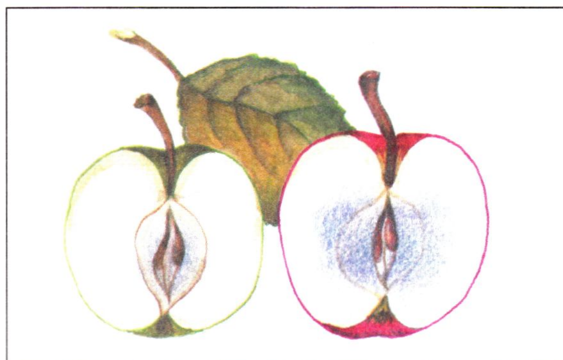


Druskos rūgštis pramonėje gaunama, jungiant vandenilį su chloru ir gautas dujas tirpinant vandenyje:

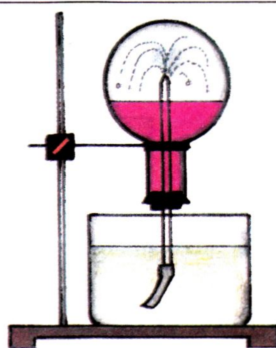


Laboratorijoje, lašinant koncentruotą sieros rūgštį ant natrio chlorido, išsiskiria HCl dujos, kurias ištirpinus vandenyje, galima gauti druskos rūgštį:





5.9 pav.



5.10 pav.



5.2. DRUSKOS RŪGŠTIS. HALOGENIDAI

Vandenilio chloridas labai gerai tirpsta vandenyje: 0 °C temperatūroje viename tūryje vandens gali ištirpti net iki 500 tūrių vandenilio chlorido.

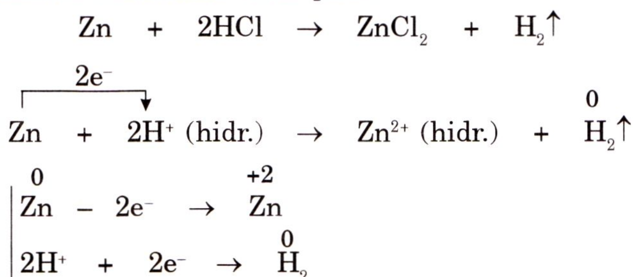
3 b a n d y m a s. Į kolbą arba cilindrą, išstumdami orą, surinkime HCl dujas. Kolbą (cilindrą) uždenkime, po to apverskime ir panardinkime į indą su vandeniu. Tirpstančio vandenyje vandenilio chlorido tūris mažėja, ir vanduo įsiurbiamas į kolbą. Trykšta gražus fontanas (5.10 pav.). Indikatoriumi ištirkime gautą tirpalą. Pamatysime, kad jis rūgštus.

DRUSKOS RŪGŠTIES SAVYBIŲ TYRIMAS

L a b o r a t o r i n i s   d a r b a s

1. Reakcijos su metalais (oksidacijos ir redukcijos reakcijos)

Į mėgintuvėlį įberkime truputį cinko ir įlašinkime druskos rūgšties. Reakcijoje išsiskiria vandenilis (5.11 pav.):



$$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$$

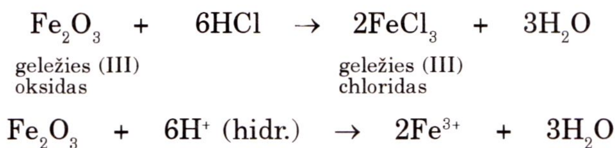
$$Zn + 2H^+ \text{(hidr.)} \xrightarrow{2e^-} Zn^{2+} \text{(hidr.)} + \overset{0}{H_2}\uparrow$$

$$\overset{0}{Zn} - 2e^- \rightarrow \overset{+2}{Zn}$$

$$2H^+ + 2e^- \rightarrow \overset{0}{H_2}$$

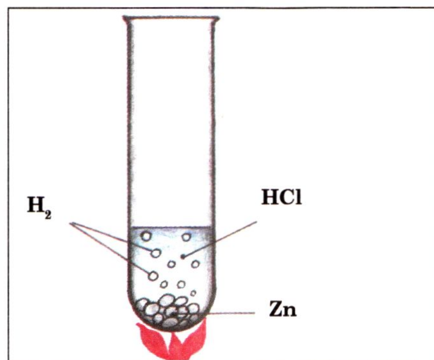
2. Reakcijos su metalų oksidais (mainų reakcija)

Geležies (III) oksidą ištirpinkime druskos rūgštyje (5.12 pav.):

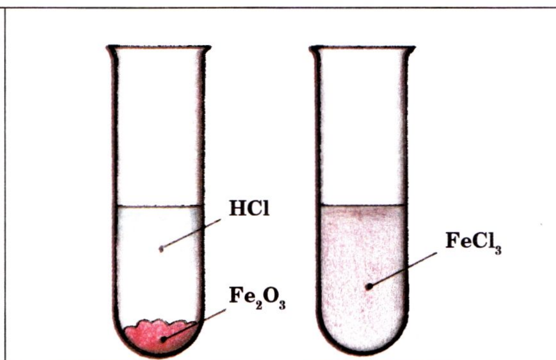


$$\underset{\text{geležies (III) oksidas}}{Fe_2O_3} + 6HCl \rightarrow \underset{\text{geležies (III) chloridas}}{2FeCl_3} + 3H_2O$$

$$Fe_2O_3 + 6H^+ \text{(hidr.)} \rightarrow 2Fe^{3+} + 3H_2O$$



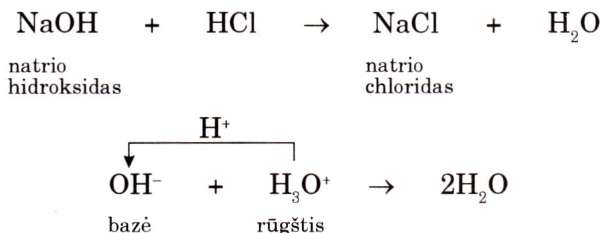
5.11 pav.



5.12 pav.

3. Reakcijos su hidroksidais (neutralizacijos reakcija)

a) Reakcija su natrio šarmu:



$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$$

natrio hidroksidas; natrio chloridas

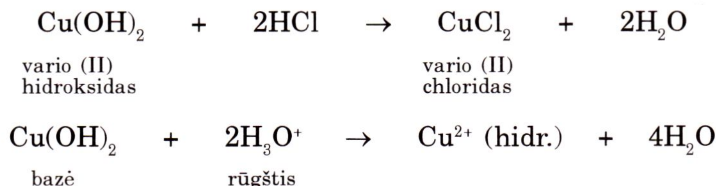
$$OH^- + H_3O^+ \rightarrow 2H_2O$$

Šią reakciją pademonstruos mokytojas. Į stiklinę biuretę įpilta 0,1 mol/l koncentracijos druskos rūgšties tirpalo. Jis lašinamas į kolbutę, kurioje yra 10 ml natrio šarmo tirpalo (nudažyto indikatoriumi metiloranžu); jo koncentracija 0,1 mol/l. Įvykus neutralizacijos reakcijai, geltona kolbutės turinio spalva virsta rausva (5.13 pav.). Atkreipkite dėmesį — sulašinta lygiai 10 ml rūgšties tirpalo.

Taigi, žinodami rūgšties koncentraciją, sunaudoto tirpalo tūrį, šarmo tirpalo tūrį, galime apskaičiuoti nežinomo tirpalo koncentraciją moliais litrui (mol/l).

Toks cheminės analizės būdas vadinamas *titravimu*.

b) Reakcija su vario hidroksidu (5.14 pav.):

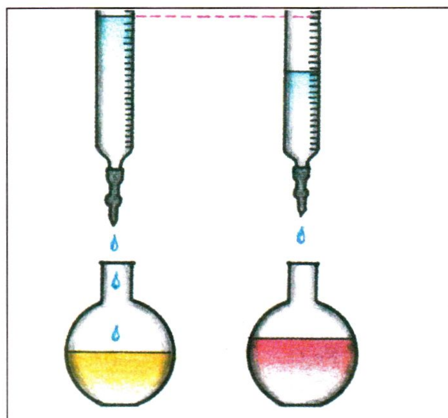


$$Cu(OH)_2 + 2HCl \rightarrow CuCl_2 + 2H_2O$$

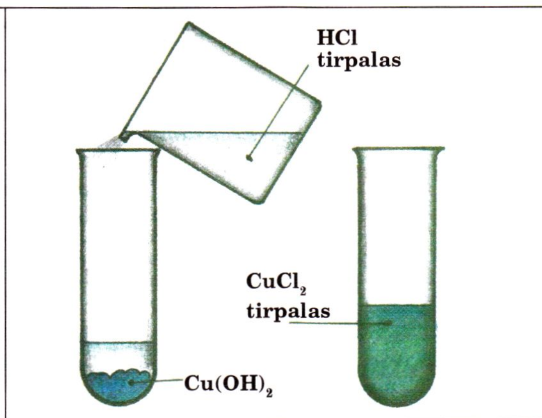
vario (II) hidroksidas; vario (II) chloridas

$$Cu(OH)_2 + 2H_3O^+ \rightarrow Cu^{2+}\ (hidr.) + 4H_2O$$

Netirpus vandenyje vario hidroksidas ištirpsta druskos rūgštyje.



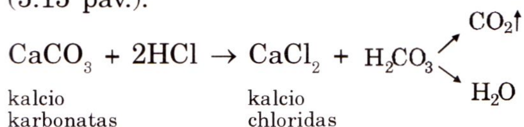
5.13 pav.



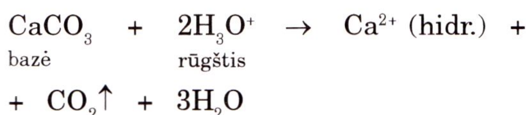
5.14 pav.

4. Reakcijos su karbonatais (mainų reakcija)

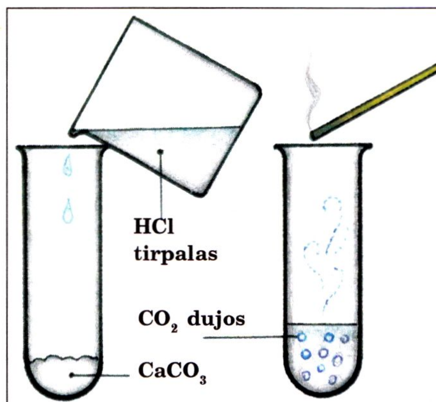
Reakcijoje su kalcio karbonatu (anglies rūgšties druska, su marmuru ar kreida) skiriasi CO_2 dujų burbuliukai (5.15 pav.):



$$\underset{\text{kalcio karbonatas}}{CaCO_3} + 2HCl \rightarrow \underset{\text{kalcio chloridas}}{CaCl_2} + H_2CO_3 \begin{matrix} \nearrow CO_2\uparrow \\ \searrow H_2O \end{matrix}$$

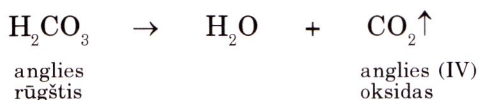


$$\underset{\text{bazė}}{CaCO_3} + \underset{\text{rūgštis}}{2H_3O^+} \rightarrow Ca^{2+}\,(\text{hidr.}) + CO_2\uparrow + 3H_2O$$



5.15 pav.

Susidariusi anglies rūgštis tuoj pat suskyla:



$$\underset{\text{anglies rūgštis}}{H_2CO_3} \rightarrow H_2O + \underset{\text{anglies (IV) oksidas}}{CO_2\uparrow}$$

CO_2 galima atpažinti pagal silpnai rūgštų kvapą (angliarūgštė).

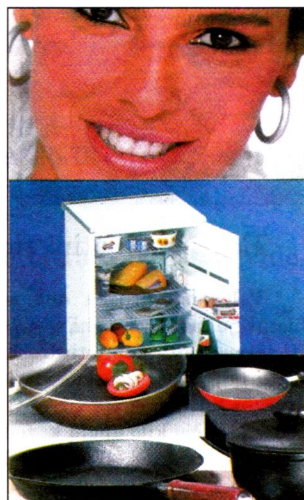
CO_2 išsiskyrimas, karbonatus paveikus stipriomis rūgštimis, yra karbonatų atpažinimo reakcija.

5.3. HALOGENŲ PANAUDOJIMAS

Halogenų junginiai yra svarbūs pramonėje ir buityje:

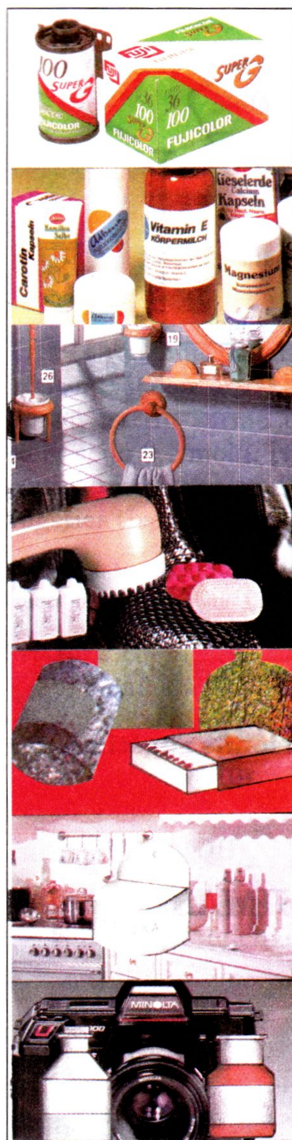
F

- Dantų pastų gamybai (apsaugo dantis nuo irimo)
- Šaldiklių gamybai (freonai)
- Teflono (temperatūrai atsparios plastmasės) gamybai





5.3. HALOGENŲ PANAUDOJIMAS



Br
- Fotografijoje, fotojuostų gamybai
- Vaistų gamybai

Cl
- Audiniams ir popieriui balinti
- Vandeniui, patalpoms ir kt. dezinfekuoti
- Plastmasių gamybai (polivinilchlorido dirbiniai)
- Degtukų, pesticidų, herbicidų gamybai

I
- Valgomajai druskai jodinti, dezinfekcijai
- Fotomedžiagų gamybai
- Medicinoje — KI pašalina iš skydliaukės radioaktyvųjį jodą

Halogenai būtini žmogaus gyvybinėms funkcijoms palaikyti (5.4 lentelė).

Valgomoji druska nuo seno labai reikalingas maisto produktų komponentas. Viduramžių Lietuvoje tai buvo viena svarbiausių įsivežamų prekių. Indijoje XX a. pradžioje Mahatmos Gandžio iniciatyva imta gaminti druską iš jūros vandens. Tuo norėta įrodyti, kad Indija gali egzistuoti be Britų imperijos. Druskos viryklos tapo nepriklausomybės simboliu. Rusijoje per iškilmingus pietus druskos buvo dedama tik ant kilmingų svečių stalo. Senovės Romos legionieriai dalį algos gaudavo druska. Iš čia kilo anglų k. žodis „salary" (alga). Leonardo da Vinči paveiksle „Paskutinė vakarienė" apversta druskinė su išberta druska šalia Judo rankos pagal tuometinį tikėjimą reiškė išdavystę ir nelaimę.



5.3. HALOGENŲ PANAUDOJIMAS

5.4 lentelė

Halogenų funkcijos žmogaus organizme

Elementas	Šaltinis	Funkcija	Organizmo sutrikimai, kai to elemento trūksta
Fluoras F	Jūros produktai, fluoruotas vanduo	Stiprina griaučius, kaulus ir dantis	Dantų kariesas
Chloras Cl	Mėsa, sūdyti produktai, druska	Padeda virškinti maistą (HCl). Palaiko elektriškai neutralų kūno skysčių krūvį (NaCl)	—
Jodas I	Jūros produktai, akmens druska	Skydliaukės hormono tiroksino dalis, reguliuoja kūno energijos suvartojimą	Struma (skydliaukės padidėjimas)

1. Parašykite bendrąsias, jonines ir sutrumpintas jonines sidabro nitrato ir šių junginių reakcijų lygtis:

a) ličio jodido; b) kalcio bromido; c) aliuminio chlorido.

Išvardykite reakcijų požymius.

2. Parašykite lygtis reakcijų, kuriose druskos rūgštis sąveikauja su:

a) geležimi; b) magnio oksidu; c) kalcio hidroksidu; d) aliuminio hidroksidu; e) natrio karbonatu.

3. Iš tirpumo lentelės nustatykite, kokio metalo nitratui reaguojant su chloridais, susidaro nuosėdos. Parašykite sutrumpintas jonines reakcijų lygtis.

4. Pabraukite oksidus, su kuriais reaguos druskos rūgštis:

CaO; ZnO; SO_3; BaO; CO_2; SiO_2; P_4O_{10}.

5. Persirašykite metalų simbolius į sąsiuvinius ir pabraukite tuos metalus, su kuriais reaguos druskos rūgštis:

Fe; Al; Na; Cu; Mg; Ag; Au.

6. Apskaičiuokite, kiek nuosėdų gausime, sumaišę 0,5 litro Baltijos jūros vandens su sidabro nitrato tirpalo pertekliumi. Paprastumo dėlei laikykite, kad 1 litre vandens ištirpę 7 g NaCl.

7. Sumaišyti du tirpalai, turintys po 20 g sidabro nitrato ir natrio chlorido. Susidariusių nuosėdų masė:

a) 16,8 g; b) 33,6 g; c) 40,0 g; d) 48,8 g; e) 97,7 g.

Kuris atsakymas teisingas?

8. Kiek natrio chlorido molių daugiausiai galima gauti iš 1 molio natrio ir 2 molių chloro:

a) 1; b) 2; c) 3; d) 4?

9. 7,45 g kalio chlorido reaguoja su 39,2 g koncentruotos sieros rūgšties. Apskaičiuokite, kiek litrų HCl dujų (n. s.) gali išsiskirti.

10. 0,84 ml koncentruotos druskos rūgšties tirpalo (w = 36 %, ρ = = 1,19 g/cm^3) reaguoja su 20 ml sidabro nitrato tirpalo, kurio koncentracija 0,25 mol/l. Kokia bus susidariusių nuosėdų masė?

11. Parašykite druskos rūgšties ir natrio sulfito reakcijos lygtį. (Sulfitinė rūgštis yra silpna.)

12. Namuose atlikite bandymą. Iš tūbelės išspauskite truputį dantų pastos, gerai išmaišykite ją vandenyje. Įlašinkite acto arba citrinos rūgšties tirpalo. Ką pastebėjote? Kokias išvadas galite padaryti:

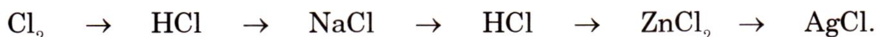
a) apie pastoje esančias medžiagas;

b) apie naudotų rūgščių stiprumą, palyginti jas su anglies rūgštimi?

13. Apskaičiuokite, kokį tūrį 2 mol/l koncentracijos natrio hidroksido tirpalo galima neutralizuoti 500 ml druskos rūgšties tirpalo, kurio koncentracija 0,5 mol/l.

14. Koks tūris dujų (n. s.) išsiskirs, veikiant 10 g masės marmuro gabalėlį 50 ml druskos rūgšties tirpalo, kurio koncentracija 6 mol/l?

15. Parašykite lygtis reakcijų, kuriomis galima būtų įvykdyti tokius kitimus:



$Cl_2 \rightarrow HCl \rightarrow NaCl \rightarrow HCl \rightarrow ZnCl_2 \rightarrow AgCl$.

16. Parašykite lygtis reakcijų, kuriomis galima būtų įvykdyti tokius kitimus:



$I_2 \rightarrow AlI_3 \rightarrow I_2 \rightarrow HI \rightarrow KI \rightarrow KBr$.

6. VIA GRUPĖS ELEMENTAI



6.1. BENDROJI ELEMENTŲ CHARAKTERISTIKA

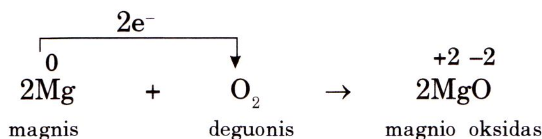
Šios grupės elementai yra deguonis, siera, selenas, telūras. Palyginkime jų atomų sandarą (6.1 lentelė).

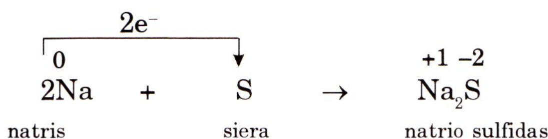
6.1 lentelė

VIA grupės elementų atomų sandaros palyginimas

Elementas	Cheminis ženklas	Branduolio krūvis	Elektronų skaičius sluoksniuose	Atomo spindulys, nm	Elektrinis neigiamumas	Oksidacijos laipsnis	
						neigiamas	teigiamas
Deguonis	O	+8	2; 6	0,066	3,5	–2	+2
Siera	S	+16	2; 8; 6	0,104	2,5	–2	+2; +4; +6
Selenas	Se	+34	2; 8; 18; 6	0,117	2,4	–2	+2; +4; +6
Telūras	Te	+52	2; 8; 18; 18; 6	0,136	2,1	–2	+2; +4; +6

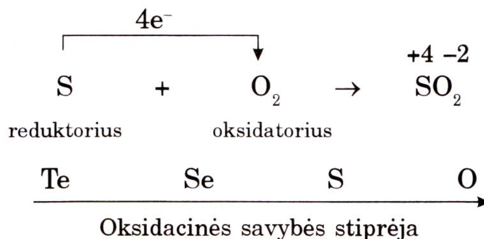
Elementai su metalais ir vandeniliu gali sudaryti junginius, kuriuose jų oksidacijos laipsnis lygus –2. Jis būdingiausias deguoniui.





Šie nemetalai reakcijose su metalais yra oksidatoriai.

Teigiamas deguonies oksidacijos laipsnis yra tik junginyje su fluoru, o sieros — junginiuose su deguonimi ir halogenais:



Su šių elementų sandara susijusios jų fizikinės savybės (žr. 6.2 lentelę).

6.2 lentelė

VIA grupės elementų fizikinių savybių palyginimas

Elementas	Molekulės formulė	Lydymosi temperatūra, °C	Virimo temperatūra, °C	Pavyzdys
Deguonis	O_2	−219	−183	
Siera	S_8	119	444,5	
Selenas	—	217	685	
Telūras	—	450	990	

Didėjant elementų elektriniam neigiamumui, oksidacinės savybės grupėje stiprėja.

32,06

S −2 +4 +6

SIERA

16

6.2. SIERA

Siera žinoma nuo seniausių laikų. Elementinės, arba laisvosios, sieros galima rasti netoli vulkanų kraterių. Vandenilio sulfidas H_2S ir sieros dioksidas SO_2 išsiskiria veržiantis vulkanams (6.1 pav.). Šiems junginiams būdingas specifinis kvapas. Todėl ne veltui siera siejama su karščiu alsuojančiu pragaru ir troškiais dūmais.



6.1 pav.

6.2. SIERA

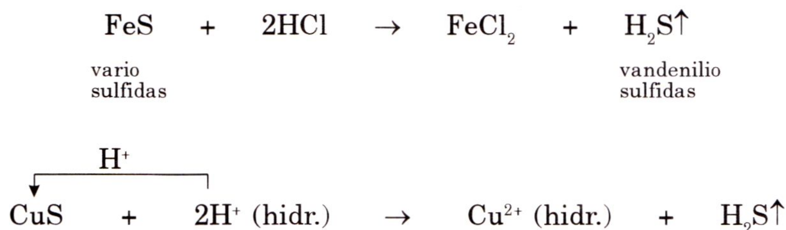
Siera — vienas labiausiai Žemėje paplitusių elementų (sudaro 0,05 % Žemės plutos masės). Gamtoje siera gali būti randama laisva, sulfidų arba sulfatų pavidalu:

Siera gamtoje

Sulfidai				
PbS	FeS_2	$CuFeS_2$	Sb_2S_3	ZnS

Elementinė siera	Sulfatai	
S_8	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	$BaSO_4$

Kaitinama siera jungiasi beveik su visais elementais (VIII klasėje nagrinėjome sulfidų S^{2-} susidarymo reakcijas). Sulfidai susidaro, sierai reaguojant su metalais, o sulfidus veikiant rūgštimis, gaunamas vandenilio sulfidas:



$$\underset{\text{vario sulfidas}}{FeS} + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + \underset{\text{vandenilio sulfidas}}{H_2S\uparrow}$$

$$CuS + 2H^+ \text{ (hidr.)} \xrightarrow{} Cu^{2+} \text{ (hidr.)} + H_2S\uparrow$$

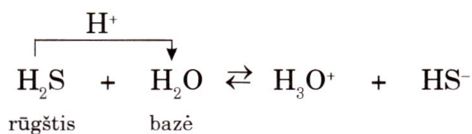
(rodyklė su H^+ nuo $2H^+$ į CuS)

Vandenilio sulfidas — bjauriai dvokiančios nuodingos dujos — susidaro vykstant biologiniams procesams (pūvant mėšlui, dumblui, kiaušiniams ir kt.). Jo visada yra atmosferoje. Todėl Renesanso epochos tapytojų darbai nuo senumo patamsėję, kartais pajuodę, nes ilgainiui vandenilio sulfidas sureagavo su dažuose esančiais švino junginiais, sudarydamas juodą švino sulfidą (PbS) (6.2 pav.).

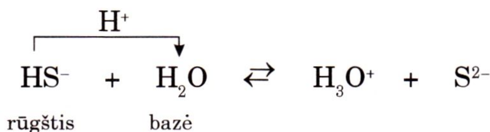


6.2 pav.

Palyginkime vandenilio sulfido ir vandens savybes. Vandenilio sulfidas vandenyje jonizuojasi:



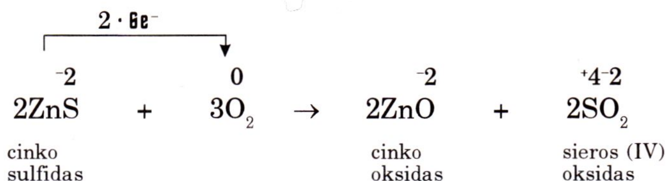
$$\underset{\text{rūgštis}}{H_2S} + \underset{\text{bazė}}{H_2O} \overset{H^+}{\rightleftarrows} H_3O^+ + HS^-$$



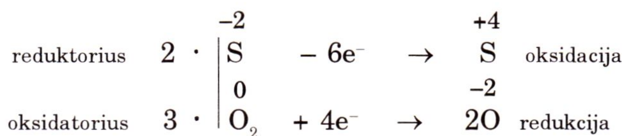
$$\underset{\text{rūgštis}}{HS^-} + \underset{\text{bazė}}{H_2O} \overset{H^+}{\rightleftarrows} H_3O^+ + S^{2-}$$

Elementų grupės hidridų rūgštinės savybės stiprėja ilgėjant atomo spinduliui.

Degant sulfidams arba sierai, išsiskiria sieros (IV) oksidas SO_2 — aštraus kvapo dujos:



$$\underset{\text{cinko sulfidas}}{2Zn\overset{-2}{S}} + 3\overset{0}{O_2} \xrightarrow{2 \cdot 6e^-} \underset{\text{cinko oksidas}}{2Zn\overset{-2}{O}} + \underset{\text{sieros (IV) oksidas}}{2\overset{+4}{S}\overset{-2}{O_2}}$$



$$\begin{array}{llllll} \text{reduktorius} & 2 \cdot & \overset{-2}{S} - 6e^- & \rightarrow & \overset{+4}{S} & \text{oksidacija} \\ \text{oksidatorius} & 3 \cdot & \overset{0}{O_2} + 4e^- & \rightarrow & 2\overset{-2}{O} & \text{redukcija} \end{array}$$



$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$

Sieros (IV) oksidas gali būti naudojamas dezinfekcijai. Ši medžiaga — geras reduktorius.

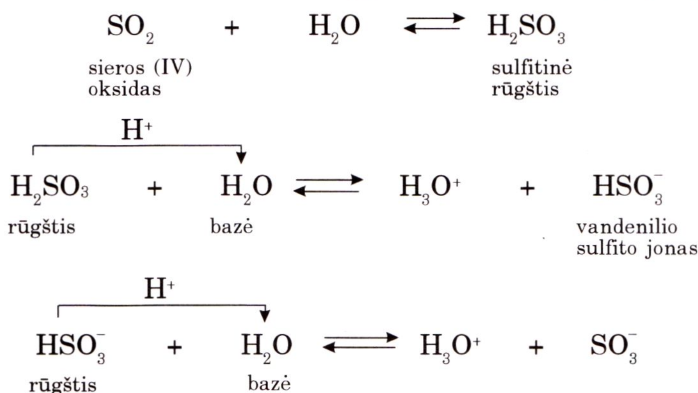
Kadangi sieros yra naftoje, vandenilio sulfido — gamtinėse dujose, o metalų sulfidų priemaišų — akmens anglyje, tai sieros dioksido yra šių rūšių kuro degimo produktuose. SO_2 — vienas iš pagrindinių atmosferos teršalų (žr. 6.3 lentelę). Kasmet Elektrėnų šiluminė elektrinė išmeta net 100 000 t sieros dioksido.

6.3 lentelė

Išmetamų į atmosferą teršalų kiekis

Medžiaga	Žmogaus veikla	Masė, mln. t per metus	Natūralūs procesai	Masė, mln. t per metus
H_2S	Naftos perdirbimas, srutų puvimas	3	Vulkanų, bakterijų veikla	84
SO_2	Anglies, naftos deginimas, rūdų perdirbimas	212	Vulkanų veikla, biologiniai procesai	20

Sieros dioksidas, tirpdamas vandenyje, sudaro sulfitinę rūgštį:



$$SO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2SO_3$$

sieros (IV) oksidas; sulfitinė rūgštis

$$H_2SO_3 + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + HSO_3^-$$

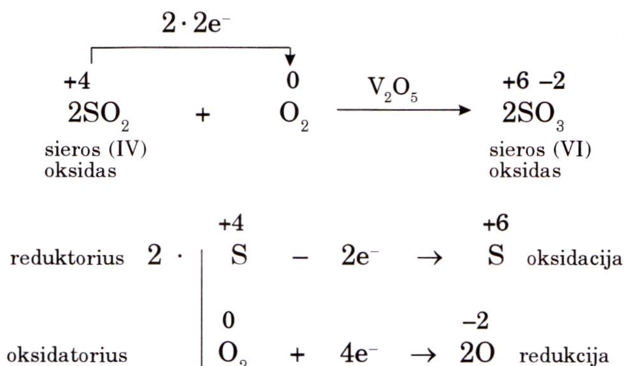
rūgštis (H_2SO_3), bazė (H_2O), vandenilio sulfito jonas (HSO_3^-); H^+ pereina nuo H_2SO_3 prie H_2O

$$HSO_3^- + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + SO_3^-$$

rūgštis (HSO_3^-), bazė (H_2O); H^+ pereina nuo HSO_3^- prie H_2O

Todėl lietaus vanduo tampa rūgštus.

Kitas sieros oksidas — SO_3 — gaunamas pramoniniu būdu, deguonimi oksiduojant SO_2. Kad vyktų ši reakcija, reikalingas katalizatorius — vanadžio (V) oksidas V_2O_5:



$$2\overset{+4}{S}O_2 + \overset{0}{O}_2 \xrightarrow{V_2O_5} 2\overset{+6}{S}\overset{-2}{O}_3$$

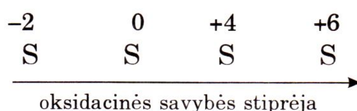
sieros (IV) oksidas; sieros (VI) oksidas; $2 \cdot 2e^-$

reduktorius $2 \cdot \;|\; \overset{+4}{S} - 2e^- \rightarrow \overset{+6}{S}$ oksidacija

oksidatorius $\;|\; \overset{0}{O}_2 + 4e^- \rightarrow 2\overset{-2}{O}$ redukcija

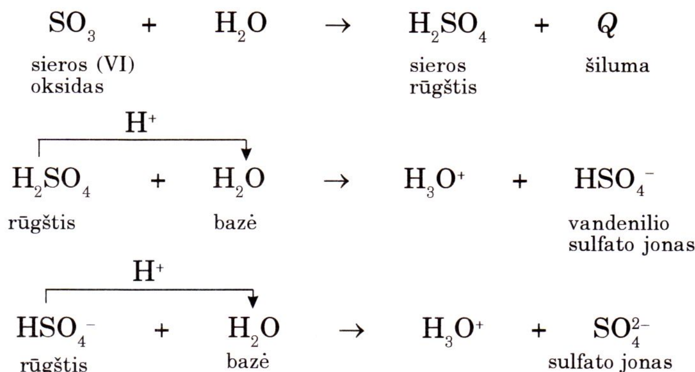
Matyti, kad, kintant oksidacijos laipsniui, sieros dalelių, kurių oksidacijos laipsnis nevienodas, oksidacinės savybės skirtingos: sulfidai yra tik

reduktoriai, o $\overset{+6}{S}$ — tik oksidatorius. Kitų oksidacijos laipsnių siera gali būti ir oksidatorius, ir reduktorius:



$$\overset{-2}{S} \quad \overset{0}{S} \quad \overset{+4}{S} \quad \overset{+6}{S}$$

SO_3 gali jungtis su vandeniu, sudarydamas sieros rūgštį:



$$\underset{\text{sieros (VI) oksidas}}{SO_3} + H_2O \rightarrow \underset{\text{sieros rūgštis}}{H_2SO_4} + \underset{\text{šiluma}}{Q}$$

$$\underset{\text{rūgštis}}{H_2SO_4} + \underset{\text{bazė}}{H_2O} \xrightarrow{} H_3O^+ + \underset{\text{vandenilio sulfato jonas}}{HSO_4^-} \qquad (H^+)$$

$$\underset{\text{rūgštis}}{HSO_4^-} + \underset{\text{bazė}}{H_2O} \rightarrow H_3O^+ + \underset{\text{sulfato jonas}}{SO_4^{2-}} \qquad (H^+)$$

Taip grafiškai galima pavaizduoti sieros rūgšties gamybą Kėdainių chemijos gamykloje:



Kitose šalyse sieros rūgšties gamyba susijusi su metalurgija. Sudeginus metalų sulfidus, išsiskyręs sieros dioksidas naudojamas sieros rūgščiai gaminti, o oksidai — metalams gauti.



1. Nupieškite sulfido jono elektronų išsidėstymą sluoksniais.
2. Kuriame junginyje jungtys su siera bus labiau polinės: a) SO_3; b) SF_6?
3. Kaip įrodyti, kad sulfidai yra silpnos vandenilio sulfido rūgšties druskos? Parašykite reakcijos lygtį. Palyginkite ją su karbonatų atpažinimo reakcija.
4. Kiek mažiausiai gramų reikia 20 % sieros rūgšties tirpalo, kad jame visiškai ištirptų 11 g geležies (II) sulfido?
5. Kokį tūrį litrais (n. s.) užims 8 g sieros (IV) oksido:
a) 2,8; b) 5,6; c) 11,2; d) 22,4 ? Kuris atsakymas teisingas?
6. Parašykite šių junginių degimo lygtis:
a) vario sulfido; b) pirito (FeS_2); c) švino sulfido.
Pažymėkite oksidatorių ir reduktorių.
7. 8,7 g cinko sulfido veikiama 200 ml druskos rūgšties tirpalo, kurio koncentracija 3 mol/l. Apskaičiuokite reakcijos metu išsiskyrusių dujų tūrį.
8. Parašykite lygtis reakcijų, kuriomis galima būtų įvykdyti tokius kitimus:



$$S \rightarrow MgS \rightarrow H_2S \rightarrow CuS \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow CaSO_4.$$

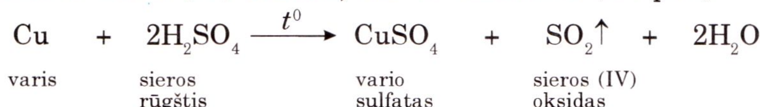
6.3. SIEROS RŪGŠTIS. SULFATAI

Sieros rūgštis — vienas iš svarbiausių chemijos pramonės produktų. Pagal tai, kiek jos pagaminama, sprendžiama apie valstybės chemijos pramonės potencialą. Pasaulyje sieros rūgšties per metus pagaminama apie 135 mln. tonų. Lietuvoje iki 1990 m. per metus buvo pagaminama 0,5 mln. t, 1994 m. pagaminta 212 tūkst. t.

Sieros rūgštis — plačiai naudojama medžiaga (6.3 pav.).

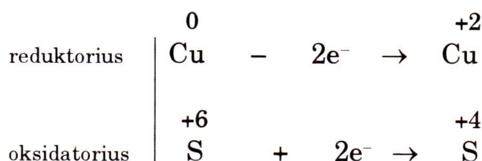
Tai viena stipriausių rūgščių. Koncentruota sieros rūgštis (98 %, ρ = =1,84 g/cm^3) — aliejingas, klampus, sunkus, gerai sugeriantis vandenį skystis, todėl dažnai naudojamas kaip džioviklis. Tai stiprus oksidatorius, nuo jos anglėja popierius, drabužiai, mediena ir kt.

1 b a n d y m a s (demonstracinis). Karšta koncentruota sieros rūgštis yra toks stiprus oksidatorius, kad gali ištirpinti net metalinį varį. Reakcijos metu išsiskiria sieros (IV) oksidas, bet ne vandenilis (6.4 pav.):



$$Cu + 2H_2SO_4 \xrightarrow{t^0} CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$$

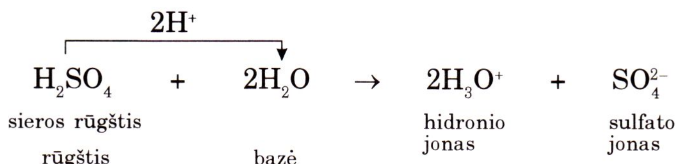
6.3 pav.



$$\text{reduktorius} \quad \overset{0}{Cu} - 2e^- \rightarrow \overset{+2}{Cu}$$

$$\text{oksidatorius} \quad \overset{+6}{S} + 2e^- \rightarrow \overset{+4}{S}$$

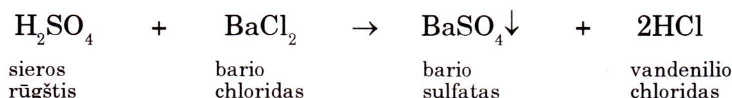
Praskiesta rūgštis vandenyje jonizuojasi. Galutinė jonizacijos lygtis:



$$\underset{\substack{\text{sieros rūgštis} \\ \text{rūgštis}}}{H_2SO_4} + \underset{\text{bazė}}{2H_2O} \xrightarrow{} \underset{\text{hidronio jonas}}{2H_3O^+} + \underset{\text{sulfato jonas}}{SO_4^{2-}} \quad (2H^+ \text{ pereina nuo } H_2SO_4 \text{ prie } 2H_2O)$$

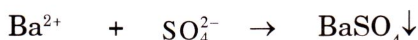
Sieros rūgšties druskos — sulfatai — kristalinės medžiagos. Beveik visi sulfatai yra tirpūs (išskyrus Ca, Ba, Sr, Pb, Ag ir Hg sulfatus). Todėl sulfato SO_4^{2-} joną galima atpažinti iš mainų reakcijos tarp Ba^{2+} ir sulfato SO_4^{2-} jonų.

2 b a n d y m a s. Į sieros rūgšties arba natrio sulfato tirpalą įpilkime bario chlorido ar nitrato tirpalo. Susidarys baltos netirpios bario sulfato nuosėdos (6.5 pav.):

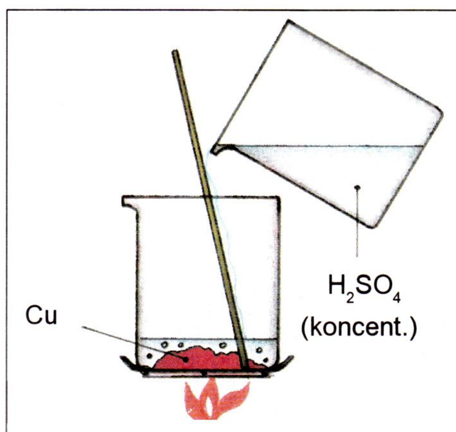


$$\underset{\text{sieros rūgštis}}{H_2SO_4} + \underset{\text{bario chloridas}}{BaCl_2} \rightarrow \underset{\text{bario sulfatas}}{BaSO_4\downarrow} + \underset{\text{vandenilio chloridas}}{2HCl}$$

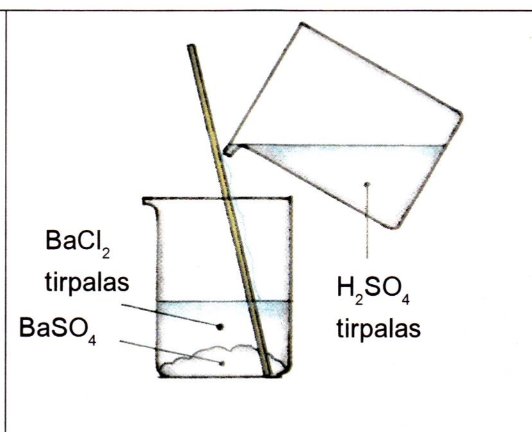
Sutrumpinta joninė lygtis:



$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4\downarrow$$



6.4 pav.



6.5 pav.

Netirpių $BaSO_4$ nuosėdų susidarymas, veikiant sulfatus bario chlorido ar nitrato tirpalais, yra sulfato jono atpažinimo reakcija.

Nuosėdos susidaro, veikiant sulfatus kitų IIA grupės metalų (išskyrus Be ir Mg) druskų tirpalais.

SIEROS RŪGŠTIES TIRPALO SAVYBIŲ TYRIMAS

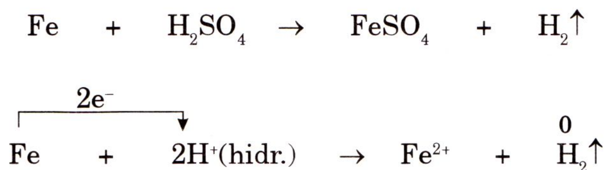
Laboratorinis darbas

Į mėgintuvėlius įbėrę ar įpylę nurodytų medžiagų, stebėkite vykstančias reakcijas.

1. Reakcija su metalais

Sieros rūgšties tirpalo ir geležies reakcijoje išsiskiria vandenilio dujos (jas padekite) (6.6 pav.):

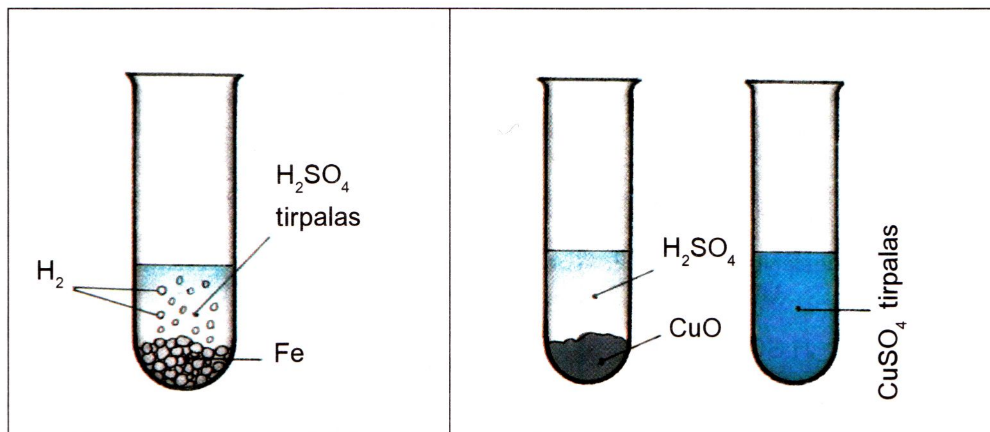
$$Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2\uparrow$$



$$Fe + 2H^+(hidr.) \xrightarrow{} Fe^{2+} + \overset{0}{H_2}\uparrow \quad (2e^-)$$

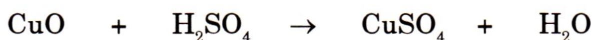
2. Reakcija su metalų oksidais

Pašildytas vario (II) oksidas tirpsta sieros rūgštyje ir susidaro spalvotas vario sulfatas (6.7 pav.).



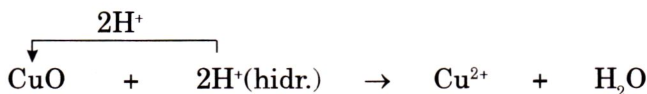
6.6 pav. **6.7 pav.**

Bendroji lygtis:



$$CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$$

Sutrumpinta joninė lygtis:



$$CuO + 2H^+(hidr.) \rightarrow Cu^{2+} + H_2O$$

3. Reakcijos su metalų hidroksidais

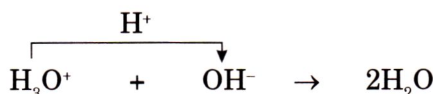
a) Reakcija su šarmais. Sieros rūgštį galima neutralizuoti natrio šarmo tirpalu. Šią reakciją stebėkite, nudažę sieros rūgštį indikatoriumi (6.8 pav.).

Bendroji lygtis:



$$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

Sutrumpinta joninė lygtis:



$$H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$$

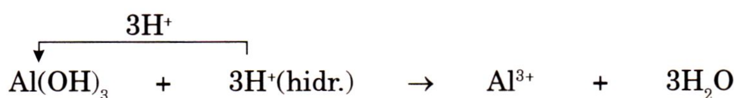
b) Reakcija su netirpiais hidroksidais. Aliuminio hidroksidas ir kiti vandenyje netirpūs hidroksidai tirpsta sieros rūgšties tirpale (6.8 pav.).

Bendroji lygtis:

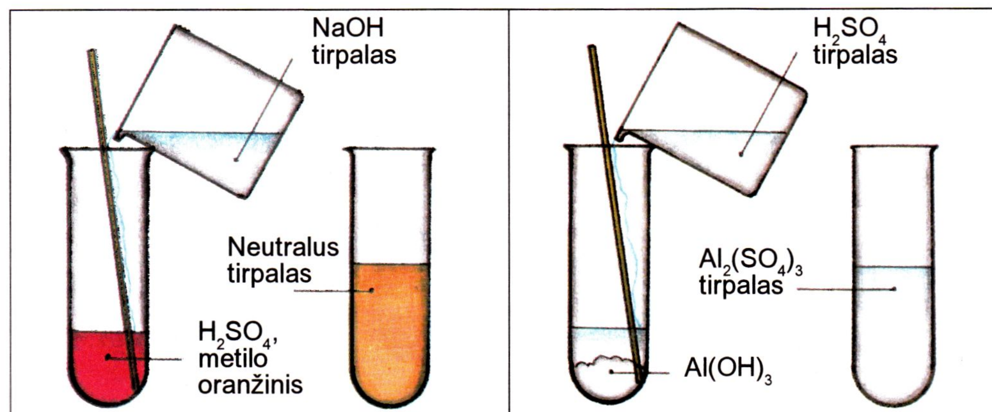


$$2Al(OH)_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O$$

Sutrumpinta joninė lygtis:



$$Al(OH)_3 + 3H^+(hidr.) \rightarrow Al^{3+} + 3H_2O$$

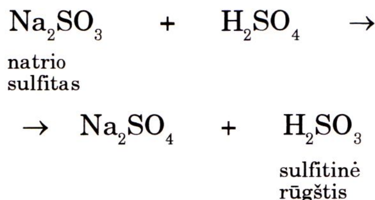


6.8 pav. **6.9 pav.**

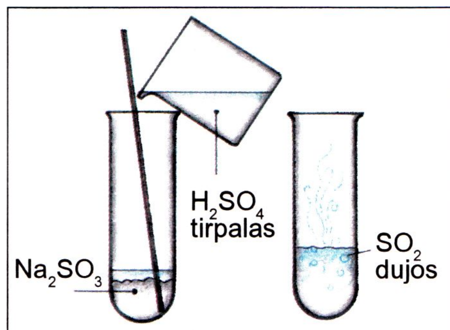
4. Reakcija su silpnų rūgščių druskomis

Natrio sulfitas, veikiamas sieros rūgšties, išskiria SO_2 dujas (6.10 pav.).

Bendroji lygtis:



$$\underset{\text{natrio sulfitas}}{Na_2SO_3} + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + \underset{\text{sulfitinė rūgštis}}{H_2SO_3}$$



6.10 pav.

Sulfitinė rūgštis skyla:



$$H_2SO_3 \rightarrow H_2O + SO_2\uparrow$$

Sutrumpinta joninė lygtis:



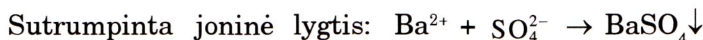
$$SO_3^{2-} + 2H^+(\text{hidr.}) \rightarrow H_2O + SO_2\uparrow$$

5. Mainų reakcija susidarant nuosėdoms

Tarp sieros rūgšties sulfato jono ir bario jonų, veikiamų bario chloridu, vyksta mainų reakcija.



Bendroji lygtis: $BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2HCl$



Sutrumpinta joninė lygtis: $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4\downarrow$

Parašykite vykstančių reakcijų jonines lygtis. Paaiškinkite, kokių jonų reakcijas stebėjote. Kokiam reakcijų tipui (oksidacijos ir redukcijos ar mainų) jos priklauso?

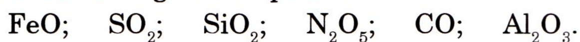
1. Kodėl sieros rūgštis yra vienas svarbiausių chemijos pramonės produktų? Išvardykite, kur naudojama H_2SO_4.

2. Kodėl sieros rūgštis yra oksidatorius? Paaiškinkite, apskaičiavę sieros oksidacijos laipsnį. Parašykite karštos koncentruotos sieros rūgšties ir cinko reakcijos lygtį.

3. Kaip atpažįstami sulfatai? Parašykite natrio sulfato ir bario nitrato reakcijos lygtį.

4. Parašykite lygtis reakcijų, vykstančių tarp sieros rūgšties tirpalo ir:
a) aliuminio; b) ličio oksido; c) geležies (III) hidroksido; d) magnio karbonato; e) stroncio nitrato; f) kalio šarmo.

5. Persirašykite į sąsiuvinius ir pabraukite oksidus, su kuriais gali reaguoti sieros rūgšties tirpalas:



FeO; SO_2; SiO_2; N_2O_5; CO; Al_2O_3.

Parašykite reakcijų lygtis.

6. Persirašykite į sąsiuvinius ir pabraukite metalus, kuriems reaguojant su sieros rūgšties tirpalu, išsiskirs vandenilis:

Mg; Cr; Au; Cu; Sn; Fe; Ag; Al; Hg.

7. Kailiams išdirbti naudojamas kalio-aliuminio alūnas $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$. Apskaičiuokite metalų oksidacijos laipsnius šiame sulfate. Apskaičiuokite kristalizacinio vandens masės dalį šiame kristalohidrate.

8. Kuriame iš šių junginių didžiausia sieros masės dalis:

a) Na_2SO_3; natrio sulfitas
b) $Na_2S_2O_3$; natrio tiosulfatas
c) $Na_2S_4O_6$; natrio tetrationatas
d) $Na_2S_2O_4$; natrio ditionitas
e) $Na_2S_2O_8$? natrio persulfatas

9. Paprastai laboratorijoje CO_2 gaunamas, veikiant marmurą druskos rūgšties tirpalu. Kodėl tam tikslui nenaudojama sieros rūgštis?

10. Į vieną mėgintuvėlį įpilta bespalvio bario chlorido, į kitą — bespalvio kalio chlorido tirpalo. Pasiūlykite kelis būdus, kaip atpažinti šias medžiagas.

11. 1,2 g metalo sureagavo su sieros rūgšties tirpalu ir išsiskyrė 1,12 l (n. s.) vandenilio. Metalo oksidacijos laipsnis sulfate +2. Koks tai metalas?

12. Baikite pildyti lentelę:

Reaguojanti medžiaga	Jos masė, g	Sieros rūgšties masė, g	Susidaręs sulfatas	Susidariusio sulfato masė, g	Susidariusios kitos medžiagos	Jų masė ar tūris (n. s.)
Zn	6,54					2,24 l
	11,2		K_2SO_4		H_2O	3,6 g
$MgCO_3$		9,8			... H_2O	2,24 l....
$BaCl_2$				4,66		
		4,9	$FeSO_4$		H_2O	0,9 g

13. Iš 56 m³ (n. s.) sieros (IV) oksido gaunama 170 kg sieros (VI) oksido. Apskaičiuokite gamybos išeigą.

14. Galutinė sieros rūgšties gamybos (pagal žemiau pateiktą schemą) iš sieros išeiga lygi 80 %:



$$S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4$$

Kiek tonų 98 % sieros rūgšties galima pagaminti iš 64 t sieros?

15. 400 ml natrio sulfato, kurio koncentracija 2 mol/l, sumaišyta su bario chlorido tirpalo pertekliumi. Reakcijos išeiga lygi 95 %. Kiek gramų nuosėdų susidarys?

16. Parašykite lygtis reakcijų, kuriomis galima įvykdyti šiuos kitimus:



$$H_2SO_4 \rightarrow SO_2 \rightarrow S \rightarrow H_2S \rightarrow CuS \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3.$$

17. Parašykite lygtis reakcijų, kuriomis galima įvykdyti šiuos kitimus:



$$S \rightarrow SO_2 \rightarrow Na_2SO_3 \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4.$$

7. VA GRUPĖS ELEMENTAI



7.1. BENDROJI ELEMENTŲ CHARAKTERISTIKA

Šiai grupei priklauso azotas, fosforas, arsenas. Jų elektronų sluoksnių sandara pateikiama 7.1 lentelėje.

7.1 lentelė

VA grupės elementų atomų sandaros palyginimas

Elementas	Cheminis ženklas	Branduolio krūvis	Elektronų skaičius sluoksnyje	Atomo spindulys, nm	Elektrinis neigiamumas	Oksidacijos laipsnis	
						neigiamas	teigiamas
Azotas	N	+7	2; [5]	0,075	3,0	–3	+2; +3; +4; +5
Fosforas	P	+15	2; 8; [5]	0,106	2,1	–3	+3; +5
Arsenas	As	+33	2; 8; 18; [5]	0,12	2,0	–3	+3; +5

Šiems elementams būdingesnis teigiamas oksidacijos laipsnis. Žinoma tik nedaug junginių, kuriuose elementų oksidacijos laipsnis yra neigiamas. Palyginus VIIA, VIA ir VA grupių elementus nemetalus, matyti, kad

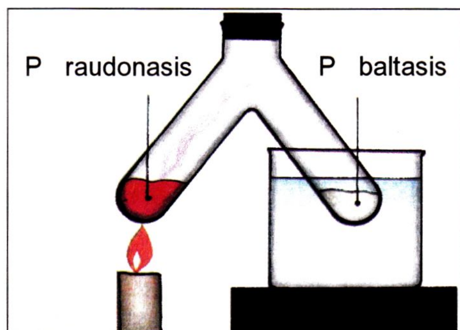
perioduose elementų oksidacinės savybės stiprėja iš kairės į dešinę, didėjant elektriniam neigiamumui.

Nuo elementų atomų sandaros priklauso šių elementų fizikinės savybės (7.2 lentelė).

7.2 lentelė

VA grupės elementų fizikinių savybių palyginimas

Elementas	Lydymosi temperatūra, °C	Virimo temperatūra, °C	Pavyzdys
Azotas	–210	–195,8	
Fosforas	44,2	280,5	
Arsenas	817	615 (sausai išgar.)	



7.1 pav.

Labiausiai žinomos fosforo alotropinės atmainos yra baltasis ir raudonasis fosforas, kurių savybės smarkiai skiriasi (7.1 pav.).

Viena jų, baltasis fosforas P_4 — labai nuodingas, ore užsidega savaime, šaltai švyti. Raudonasis (juo padengtos degtukų dėžučių sienelės) yra nenuodingas ir savaime neužsidega.

Cheminės reakcijos, kurių metu pastebimas šaltas švytėjimas, vadinamos chemiliuminescencinėmis reakcijomis.

Žinoma atvejų, kai naktį kapinėse ar laukuose pastebėtos blausios žaltvykslės šviesos. Tai gali būti paaiškinama fosfino PH_3, susidarančio pūvant medžiagoms, savaiminio degimo reakcija. Žaltvykslė atrodo tarsi laukuose klaidžiojantis vaiduoklis. Šio dujinio junginio degimas yra chemiliuminescencinė reakcija. Tokio pat tipo reakcijos vyksta jonvabalių pilveliuose. Tai fermentais katalizuojami pilvelyje esančios medžiagos liuciferino kitimai.

7.2. AZOTAS

14,0067
N
AZOTAS
7

−3
−2
−1
+1
+2
+3
+4
+5

Pirmasis gryną azotą 1786 m. gavo A. Lavuazjė. Šio elemento pavadinimas kilęs iš gr. *azoos* — „nepalaikąs gyvybės". Azotas buvo vadinamas „sugadintu oru", nes jis lieka sudegus medžiagoms ir sureagavus oro deguoniui. Vėliau nustatyta, kad šio elemento yra įvairiuose junginiuose: amoniake, nitratuose ir kt.



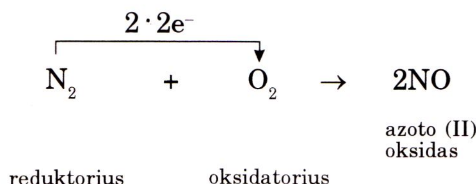
A. L. Lavuazjė

Antuanas Loranas Lavuazjė (Lavoisier) (1743—1794) — prancūzų chemikas. Jis tyrė degimo reiškinį, nustatė oro, vandens sudėtį, sukūrė cheminių junginių klasifikacijos sistemą, padėjo atomistikos pamatus. Deja, užėmusį aukštą visuomeninę padėtį ir gyvenusį pasiturinčiai chemiką įtūžę Prancūzijos revoliucionieriai priskyrė „liaudies priešams". Tikėjusio teisingumu genialaus mokslininko galvos giljotina nepagailėjo ...

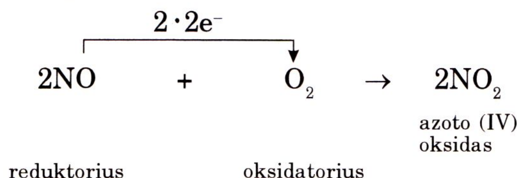
Azoto junginiai žinomi nuo seno. Viduramžiais Europa jau mokėjo gaminti paraką iš salietros (nitratų). Dar Kęstučio laikais paraką patrankoms naudojo ir Lietuvos kariuomenė. Tuo metu salietra buvo gaminama iš gyvulių išmatų,

anglies ir kalkakmenio ($CaCO_3$). Toks mišinys keletą metų buvo pūdomas, paskui virinamas su vandeniu didžiuliuose kubiluose. Taip išsiskirdavo salietra.

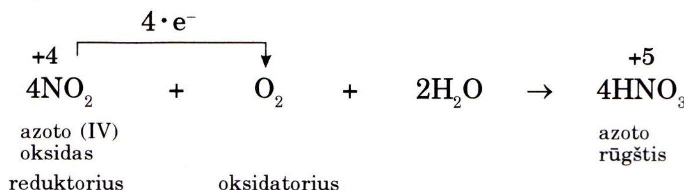
Azotas sudaro didžiausią oro dalį (78 % jo tūrio, 7.2 pav.). Molekulės formulė N_2. Molekulėje atomai susijungia trigubąja jungtimi. Dėl stiprios sąveikos molekulėje azotas yra labai inertiškas — net 3000 ^0C temperatūroje tik 0,1 % azoto suskyla į atomus. Azotas nepalaiko degimo, labai sunkiai oksiduojamas. Nedaug azoto (II) oksido susidaro perkūnijos metu (7.3 pav.):

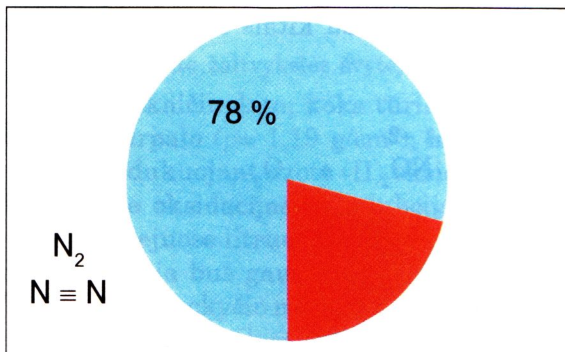


Azoto (II) oksidas tuojau pat reaguoja su oro deguonimi, virsta rudu, aštraus kvapo, nuodingu azoto (IV) oksidu:

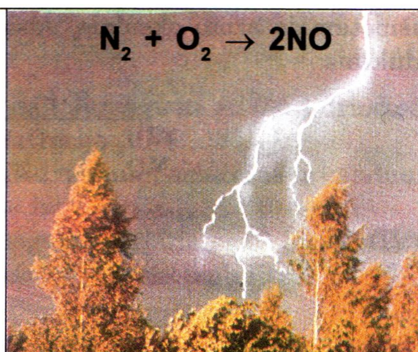


Azoto (IV) oksidas gali reaguoti su vandeniu, esant deguoniui, ir virsti azoto rūgštimi:





7.2 pav.



7.3 pav.



7.2. AZOTAS

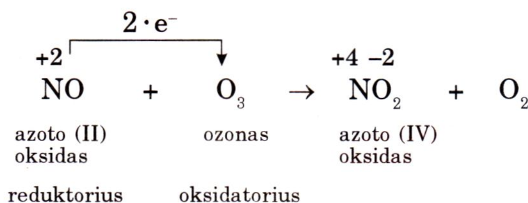


7.4 pav.

Po perkūnijos su lietumi labai praskiesta azoto rūgštis, patekusi į dirvą, virsta trąša. Visi augalai turi baltymų, kuriuose yra azoto. Taigi azotas augalams būtinas, tačiau tiesiai iš oro jo augalai negali pasisavinti. Yra augalų, pavyzdžiui, ankštiniai, prie kurių šaknų gyvena azotą fiksuojančios bakterijos, paverčiančios oro azotą pasisavinamais junginiais. Savo ruožtu augalai bakterijoms „dovanoja" angliavandenius, kurių jos pačios negali pasigaminti. Tai gamtos harmonija. Jau seniai žinoma, kad, patręšus dirvą mėšlu, augalai geriau auga. Pūvant mėšlui, srutoms, susidaro aštraus kvapo dujinis amoniakas NH_3. Jį augalai lengvai pasisavina.

Mes azoto gauname, valgydami daug baltymų turintį maistą — mėsą ir daržoves (7.4 pav.).

Plėtojantis pramonei, į orą vis daugiau išmetama azoto oksidų. Neretai galime pastebėti nuo gamyklos kaminų tįstantį rudą srautą. Tai ypač nuodingas aplinkos teršalas — azoto (IV) oksido dujos, vadinamos „lapės uodega". Azoto oksidai žalingi sveikatai, smarkiai rūgština lietaus vandenį. Aukštai skraidantys lėktuvai naikina ozono sluoksnį, nes ozonas reaguoja su išmetamais azoto oksidais, susidariusiais kartu su kitais kuro degimo produktais:



$$\overset{+2}{N}O + O_3 \rightarrow \overset{+4}{N}\overset{-2}{O_2} + O_2$$

Palyginę azoto ir jo junginių chemines savybes, pastebėsime tokį dėsningumą:

reduktorius	-3	0	$+2$	$+3$	$+4$	$+5$	oksidatorius
	N	N	N	N	N	N	

$\longrightarrow$

oksidacinės savybės stiprėja

Azoto junginiai, turintys tarpinį oksidacijos laipsnį, gali būti ir oksidatoriai, ir reduktoriai, turintys didžiausią teigiamą laipsnį — tik oksidatoriai, didžiausią neigiamą laipsnį — tik reduktoriai.

Didelį kiekį azoto oksidų Lietuvoje išmeta mazutu kūrenamos šiluminės elektrinės ir transportas. Išsivysčiusiose šalyse azoto oksidai, susidarę deginant kurą, redukuojami į nekenksmingą azotą; tam tikslui naudojami specialūs įrenginiai (katalizatoriaus vamzdeliai). Vis daugiau automobilių gaminama su tokiais įtaisais.

1. Kokie oksidacijos laipsniai būdingi VA grupės nemetalams? Kuriuose junginiuose pasireiškia jų oksidacinės savybės?

2. Kaip kinta elementų oksidacinės savybės perioduose, grupėse? Pateikite pavyzdžių.

3. Brėžiant degtuką, pastebimas silpnai švytintis pėdsakas. Kuo tai paaiškinti?

4. Lotyniškas azoto pavadinimas — *nitrogenium* — „gimdantis salietrą". Paaiškinkite, su kokiais junginiais susijęs šis pavadinimas.

5. Kodėl azoto oksidai išsiskiria tik perkūnijos metu, žaibuojant?

6. Aštuntajame ir devintajame šio amžiaus dešimtmetyje vienu metu keliose šalyse (SSRS, Anglijoje, Prancūzijoje) buvo kuriami aukštai skraidantys viršgarsiniai lėktuvai („Konkordas", Tu-144 ir kt.). Dabar tokie lėktuvai mažai naudojami. Paaiškinkite, kuo jie pavojingi aplinkai.

7. Azotas aukštoje temperatūroje gali reaguoti su aktyviaisiais metalais. Reakcijoje susidaro nitridai (jono krūvis N^{3-}). Parašykite lygtis reakcijų, kurios vyksta tarp azoto ir šių metalų: a) natrio; b) kalcio; c) aliuminio.

8. Parašykite baltojo fosforo degimo lygtį, pažymėkite oksidatorių ir reduktorių.

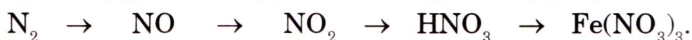
9. Parašykite žaltvykslės švytėjimo reakciją.

10. Apskaičiuokite, koks tūris amoniako gali sureaguoti su 0,5 l druskos rūgšties tirpalo (ρ= 1,19 g/cm^3), kurio koncentracija 36 %.

11. Redukuojant azoto (II) oksidą vandeniliu, gaunamas azotas ir vanduo. Parašykite oksidacijos ir redukcijos reakcijos lygtį.

12. Dviejuose litruose vandens, leidžiant deguonį, tirpinamas 1 l azoto (IV) oksido. Kokia bus gautos azoto rūgšties koncentracija moliais litrui (mol/l)? Tirpalo tūrio pokyčio nepaisykite.

13. Parašykite lygtis reakcijų, kuriomis galima įvykdyti tokius kitimus:



$$N_2 \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3.$$

7.3. AMONIAKAS IR AZOTO RŪGŠTIS

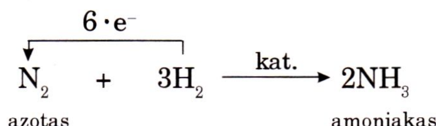
Apie šių junginių savybes jau kalbėjome IX klasėje. Dabar pabandykime panagrinėti jas išsamiau.

Amoniako vandeninis tirpalas, kaip silpna bazinė medžiaga, senovėje buvo naudojamas dažant vilną. Amoniaką gerai žinojo ir vaistininkai. Jis susidaro visur, kur pūva azoto turinčios medžiagos (pavyzdžiui, mėšlas). Amoniako yra Jupiteryje, Saturne. Manoma, kad Žemės atmosferoje kadaise taip pat buvo amoniako.

Pirmasis amoniaką iš amonio chlorido išskyrė anglų mokslininkas Dž. Prystlis. Vėliau prancūzų chemikas K. Bertolė nustatė amoniako sudėtį. Tik 1901 m. prancūzų chemikas Le Šateljė gavo patentą amoniakui gaminti iš oro azoto ir vandenilio. Po 12 metų vokiečių chemikai F. Haberis ir K. Bošas tokį būdą įdiegė pramonėje. Už šiuos darbus mokslininkai apdovanoti Nobelio premija.

Nors amoniaką mokėta išskirti seniai, tačiau tik 1913 m. Vokietijoje pirmąkart šią medžiagą imta gaminti pramoniniu būdu, oro azotą jungiant su vandeniliu.

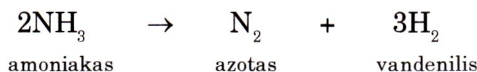
Tokiu pat būdu amoniakas gaminamas Lietuvoje, Jonavos azotinių trąšų gamykloje „Achema". Pirmiausia iš metano dujų pagaminamas vandenilis, kuris paskui jungiamas su atskirtu nuo deguonies azotu. Gamybos schema:



Šiai reakcijai reikalingas katalizatorius — akyta, korėta geležis, turinti kalio ir aliuminio oksidų priemaišų. Katalizatoriaus atradimo istorija rodo, koks svarbus reakcijoje yra tinkamai parinktas katalizatorius.

Nuo 1903 m. iki 1919 m. buvo išbandyta daugiau negu 4000 medžiagų, kurios galėtų katalizuoti šią reakciją. Tarp jų uranas, osmis, platina...

Tuo pačiu metu vyksta ir atvirkštinė reakcija:



Vadinasi, ši reakcija yra grįžtamoji, t. y. vykstanti ir į vieną, ir į kitą pusę. Nusistovėjus pusiausvyrai, pradinių ir susidariusios medžiagos (amoniako) kiekiai reakcijos mišinyje yra pastovūs. Kiek amoniako susidaro, tiek pat ir suskyla. Todėl gautas amoniakas turi būti šalinamas iš reakcijos mišinio.

Amoniakas — lengvai suskystinamos dujos ($t_{vir.}$ = –33,4 °C). Todėl juo užpildomi šaldymo agregatai.

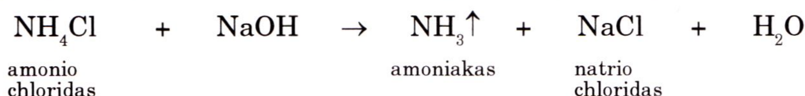
Skystą amoniaką galima saugoti ir transportuoti taip, kaip ir suskystintas dujas — balionuose, cisternose.

1988 m. Lietuvoje įvyko viena didžiausių mūsų chemijos pramonėje katastrofų. Jonavos azotinių trąšų gamykloje sugriuvo talpykla, kurioje buvo saugoma 7 000 t skysto amoniako. Didžiulis troškių dujų debesis keletą dienų klajojo virš Jonavos ir Ukmergės rajonų, kol pagaliau išsisklaidė atmosferoje. Per šią katastrofą žuvo žmonių, nemažai apsinuodijo.

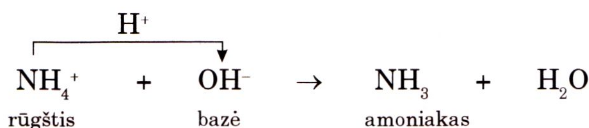
Dėl aštraus kvapo amoniako tirpalas naudojamas medicinoje — jo duodama pauostyti apalpusiems žmonėms.

Amoniakas — bazė, kurios savybes nagrinėjome IX klasėje. Laboratorijoje jį galima gauti iš amonio druskų, kaitinamų su hidroksidais.

1 b a n d y m a s. Amonio druskos tirpalą sumaišykime su natrio šarmo tirpalu. Gautą mišinį pašildykime, mėgintuvėlį įleidę į verdantį vandenį. Atsargiai pauostykime išsiskiriančias dujas (7.5 pav.). Vyksta reakcija:



$$\underset{\text{amonio chloridas}}{NH_4Cl} + NaOH \rightarrow \underset{\text{amoniakas}}{NH_3\uparrow} + \underset{\text{natrio chloridas}}{NaCl} + H_2O$$

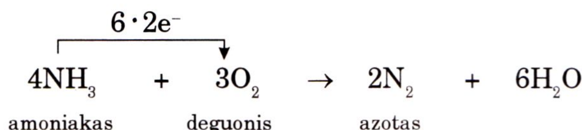


$$\underset{\text{rūgštis}}{NH_4^+} + \underset{\text{bazė}}{OH^-} \xrightarrow{H^+} \underset{\text{amoniakas}}{NH_3} + H_2O$$

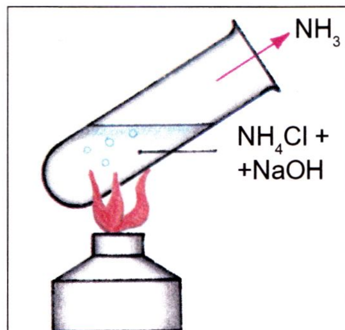
Tai rūgšties (NH_4^+) ir bazės OH^- reakcija. OH^- jonas nuo rūgšties atplėšia vandenilio joną. Susidariusi silpna bazė NH_3 pavirinus išgaruoja iš tirpalo. Tokia pati reakcija vyksta reaguojant amonio druskoms su $Ca(OH)_2$ (kalkėmis).

Amoniako išsiskyrimas šildant amonio druskas su hidroksidais yra amonio druskų atpažinimo reakcija.

Kadangi azoto oksidacijos laipsnis amoniake lygus –3, šis junginys yra geras reduktorius. Amoniakas dega:

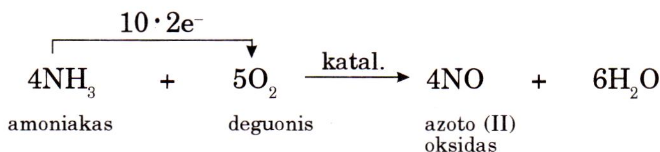


$$\underset{\text{amoniakas}}{4NH_3} + \underset{\text{deguonis}}{3O_2} \rightarrow \underset{\text{azotas}}{2N_2} + 6H_2O \quad (6\cdot 2e^-)$$

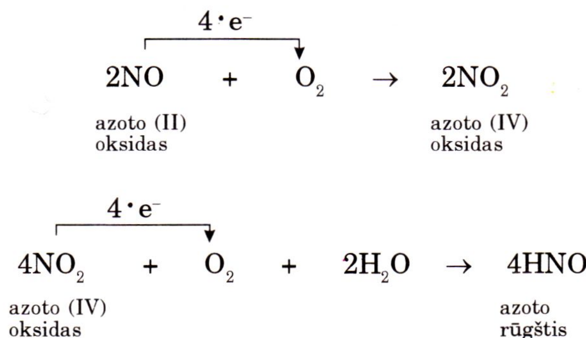


7.5 pav.

Amoniakas gali būti oksiduojamas iki azoto (II) oksido tik tada, kai yra brangus platinos-rodžio katalizatorius:



Iš azoto (II) oksido, toliau jį oksiduojant, gaminama azoto rūgštis:



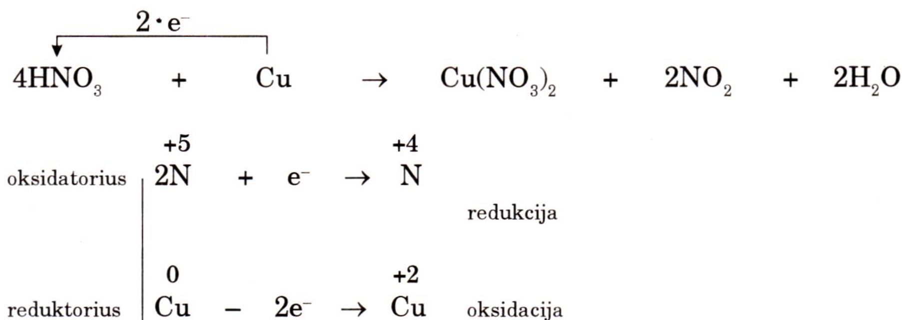
Taigi azoto rūgšties gavimo schema:



Taip azoto rūgštis gaminama Jonavos azotinių trąšų gamykloje „Achema".

Azoto rūgštyje azoto oksidacijos laipsnis lygus +5. Vadinasi, ši rūgštis — stiprus oksidatorius. Ji tirpina tokius metalus kaip varis, gyvsidabris, kurie kitose rūgštyse netirpsta. Bet azoto rūgšties ir metalų reakcijoje vandenilis nesusidaro. Azoto rūgštis redukuojasi iki azoto oksidų (arba iki kitų azoto junginių).

2 b a n d y m a s. Azoto rūgščiai (koncentruotai) reaguojant su metaliniu variu, išsiskiria rudos azoto (IV) oksido dujos:



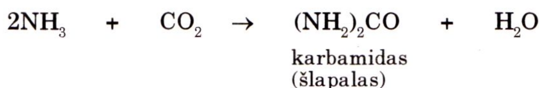
7.3. AMONIAKAS IR AZOTO RŪGŠTIS

Azoto rūgšties ir druskos rūgščių mišinys (1:3) vadinamas karališkuoju vandeniu. Jis tirpina visus metalus, tarp jų ir platiną bei auksą, kurie nereaguoja su azoto rūgštimi.

Azoto rūgštis turi kitų rūgštims būdingų savybių. Ji reaguoja su baziniais oksidais, hidroksidais, kitomis bazėmis (karbonatais, amoniaku ir pan.).

Iš azoto rūgšties gaminami nitratai. Technikoje jie vadinami salietromis (7.6 pav.).

Iš amoniako, veikiant CO_2, gaminamas karbamidas:



$$2NH_3 + CO_2 \rightarrow (NH_2)_2CO + H_2O$$

karbamidas (šlapalas)

Karbamido yra žinduolių šlapime. Pūvant iš jo susidaro amoniakas.

1. Kokios reakcijos yra grįžtamosios? Pateikite pavyzdžių.
2. Parašykite bendrąsias ir jonines reakcijų lygtis, kai amoniakas reaguoja su:
   a) sieros rūgštimi; b) vandenilio chloridu; c) fosforo rūgštimi; d) azoto rūgštimi.
3. Parašykite po dvi lygtis reakcijų, kuriomis įrodytumėte:
   a) amoniako bazines savybes; b) azoto rūgšties rūgštines savybes.
4. Parašykite bendrąsias ir jonines lygtis reakcijų, kurios vyksta šildant:
   a) amonio nitratą su kalcio hidroksidu; b) amonio sulfatą su kalio šarmu; c) amonio fosfatą su natrio šarmu.
5. Parašykite bendrąsias ir jonines lygtis reakcijų, kurios vyksta azoto rūgščiai reaguojant su:
   a) kalcio hidroksidu; b) geležies (III) oksidu.

HNO_3			
↓	↓	↓	↓
KNO_3	$NaNO_3$	NH_4NO_3	$Ca(NO_3)_2$
Kalio salietra	Natrio salietra	Amonio salietra	Kalcio salietra

7.6 pav.

6. Parašykite lygtis oksidacijos ir redukcijos reakcijų, kuriose koncentruota azoto rūgštis sąveikauja su:

a) cinku; b) geležimi (susidaro geležies (III) nitratas).

7. Apskaičiuokite, koks tūris amoniako (n. s.) išsiskirs, kai 10,7 g amonio chlorido sureaguos su gesintomis kalkėmis.

8. Koks tūris amoniako susidarys (n. s.), kai 13,2 g amonio sulfato sureaguos su 5,6 g kalio šarmo?

9. Kiek gramų aliuminio nitrato gautume, jeigu 10,2 g aliuminio oksido sureaguotų su 200 ml azoto rūgšties tirpalo, kurio masės dalis 3 mol/l?

10. Apskaičiuokite, kokio tūrio amoniako garų debesis susidarė per avariją Jonavoje iš 7000 t amoniako. Amoniako kvapas juntamas, kai ore jo yra 0,0005 mg/l. Apskaičiuokite užteršto oro tūrį.

11. 500 ml vandens ištirpinta 2,24 l (n. s.) amoniako. Apskaičiuokite molinę amoniako tirpalo koncentraciją. Tirpalo tūrio kitimo nepaisykite.

12. 600 m³ vandenilio paverčiama 100 m³ amoniako (n. s.). Kokia yra šios reakcijos išeiga?

13. Į 210 ml azoto rūgšties tirpalo, kurio masės dalis 60 % (ρ = =1,4 g/cm³), buvo leidžiama dujinio amoniako, kol tirpalas pasidarė neutralus. Kiek gramų amonio salietros susidarė? Reakcijos išeiga 89,3 %.

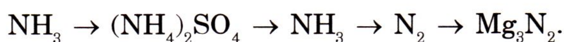
14. Koks tūris amoniako (n. s.) išsiskyrė, kaitinant 13,2 g amonio sulfato su natrio hidroksidu (pertekliumi)? Reakcijos išeiga 75 %.

15. Parašykite lygtis reakcijų, kuriomis galima būtų įvykdyti tokius kitimus:



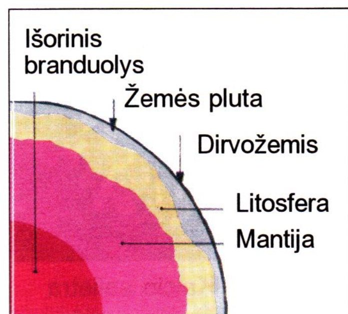
$$N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3 \rightarrow NO_2.$$

16. Parašykite lygtis reakcijų, kuriomis galima būtų įvykdyti tokius kitimus:



$$NH_3 \rightarrow (NH_4)_2SO_4 \rightarrow NH_3 \rightarrow N_2 \rightarrow Mg_3N_2.$$

7.4. TRĄŠOS

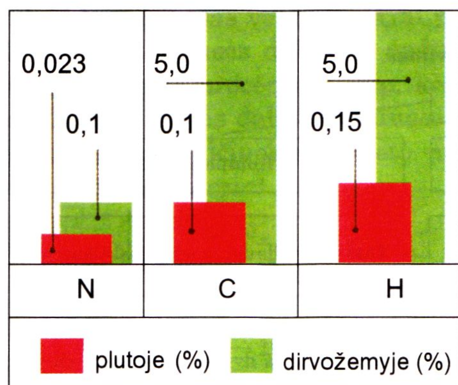


7.7 pav.

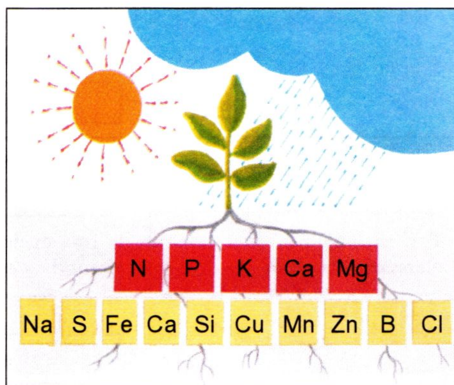
Per daugelį metų Žemės paviršiuje susiformavo dirvožemis — viršutinis Žemės plutos sluoksnis, kuriame gali augti augalai (7.7 pav.).

Manoma, kad 20 cm gylio ariamos žemės sluoksnis subręsta tik per 4—6 tūkstančius metų. Dirvožemyje anglies, azoto ir vandenilio yra gerokai daugiau negu Žemės plutoje (7.8 pav.).

Natūraliuose, nesukultūrintuose dirvožemiuose auga ir gyvena daug įvairių rūšių augalų bei gyvūnų. Iš žemės jie paima būtinus



7.8 pav.



7.9 pav.

cheminius elementus, juos perdirba į maisto medžiagas, kurias grąžina žemei. Supuvę augalai yra gera trąša. Tačiau ilgą laiką toje pačioje vietoje auginami tie patys augalai ima skursti, todėl reikalinga sėjomaina. Jau seniai pastebėta, kad javai gerai auga po ankštinių augalų, kopūstai — po bulvių ir t. t. Augalai iš dirvos paima skirtingus mitybos elementus.

Labiausiai augalams reikia azoto, fosforo, kalio, kalcio ir magnio. Tai *makroelementai*. Taip pat būtini, tik mažesniais kiekiais, *mikroelementai* (7.9 pav.).

Organinių trąšų (komposto, mėšlo ir kt.) augalams nepakanka, todėl jau šio amžiaus pradžioje imta gaminti chemines trąšas.

Pagrindinės trąšos yra šios: azoto, fosforo ir kalio.

7.3 lentelė

Požymiai, kai augalams trūksta mitybos elementų

Elementas	Požymiai, kai šio elemento trūksta
N	Blyškūs lapai, augalai blogai auga. Anksti nukrenta lapai. Labai sumažėja derlius.
P	Blogai auga ūgliai ir šaknys. Pakraščiuose gelsta lapai. Vėliau žydi, vėliau subręsta derlius. Jis būna negausus.
K	Ant lapų atsiranda negyvų audinių dėmių. Lapai gelsta. Augalai neauga, derlius negausus.
B	Žūsta ūgliai, blogai auga šaknys. Maža žiedų ir sėklų.
Cu	Nuvysta ūgliai, pagelsta arba nukrenta lapai.
Fe	Tarp gyslų gelsta lapai.
Mn	Ant lapų atsiranda nunykusių audinių ruožai.
Mo	Augalai nustoja augę. Blyškūs arba gelsvi lapai.
Zn	Augalai nustoja augę, sumažėja sėklų.



7.4. TRĄŠOS

7.4 lentelė

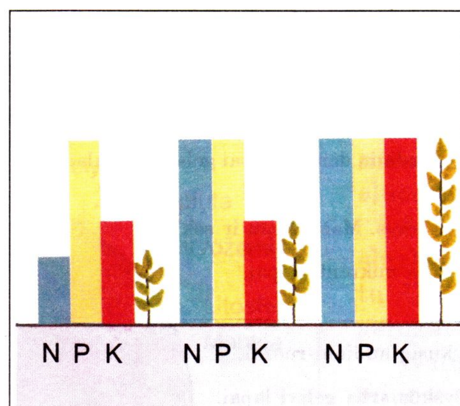
Trąšų klasifikavimas

Trąšos

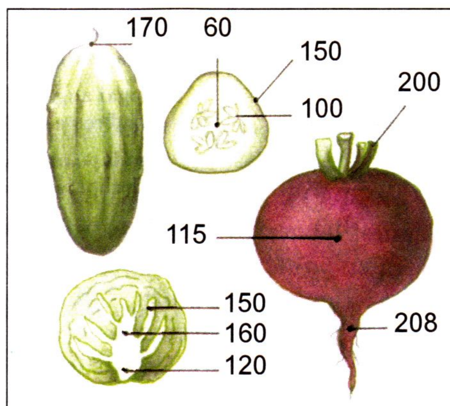
Paprastosios	Sudėtinės	Kompleksinės
Turi tik vieną mitybos elementą (N, P, K)	Turi du ir daugiau mitybos elementų	Turi du ir daugiau mitybos elementų
	Sudarytos iš vieno cheminio junginio	Sudarytos iš dviejų ir daugiau cheminių junginių
Dvigubas superfosfatas $Ca(H_2PO_4)_2$; superfosfatas $Ca(H_2PO_4)_2$ + $+2CaSO_4$; fosforitmilčiai (kaulamilčiai) $Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCO_3$; amonio salietra NH_4NO_3; karbamidas $(NH_2)_2CO$; kalio druska KCl	Amofosas $(NH_4)_2HPO_4$; kalio salietra KNO_3	Nitrofoska NH_4NO_3 + $(NH_4)_2HPO_4$ + +KCl; nitrofosas $(NH_4)_2HPO_4$ + NH_4NO_3 + $+NH_4H_2PO_4$

Kai kurios trąšos, pavyzdžiui, amonio salietra, kalio druska, labai gerai tirpsta vandenyje, o superfosfatas — mažai tirpsta. Išskyrus rūgščias dirvas, kitose praktiškai netirpsta kaulamilčiai (kalcio fosfatas). Rūgščioje dirvoje iš jų susidaro kalcio vandenilio fosfatas $CaHPO_4$.

Būtina, kad augalai gautų pakankamai trąšų ir tam tikru santykiu, tačiau jokiu būdu negalima jų pertręšti (7.10 pav.).



7.10 pav.



7.11 pav.

Priimta trąšas vertinti pagal maisto elemento masės dalį. Šis dydis apskaičiuojamas procentais taip, kaip ir medžiagos masės dalis mišiniuose. Pavyzdžiui, apskaičiuokime azoto masės dalį amonio nitrate:

$$w(\mathrm{N}) = \frac{M(\mathrm{N}_x)}{M(\mathrm{NH_4NO_3})} \cdot 100\ \% =$$

$$= \frac{2 \cdot 14\ \mathrm{g/mol}}{80\ \mathrm{g/mol}} \cdot 100\ \% = 35\ \%.$$



7.12 pav.

Kai dirvožemyje trūksta kalio ir fosforo, neįsisavinamas azotas, ima kauptis nitratai. Šie junginiai taip pat kaupiasi, kai pertręšiama azoto trąšomis (7.11 pav.). Nitratų kiekis paveiksle nurodytas miligramais kilogramui (mg / kg).

Žmogaus organizme nitratai virsta nitritais (NO_2^-), galinčiais sukelti vėžį. Pagal Tarptautinės sveikatos apsaugos organizacijos normas vienas suaugęs žmogus su maistu gali gauti ne daugiau kaip 200—300 mg nitratų per parą.

Dabar Vakarų Europoje vis populiaresnė ekologinė žemdirbystė. Tinkamai parinkus sėjomainą, augalus tręšiant vien organinėmis trąšomis, derliai tik šiek tiek mažesni, negu tręšiant cheminėmis trąšomis, tačiau tokie maisto produktai sveikesni.

Lietuvoje gaminamos azoto ir fosforo trąšos. 1994 m. pagaminta 280 tūkst. t amonio salietros, 160 tūkst. t karbamido, 14 tūkst. t superfosfato. Tačiau tokių trąšų gamyba labai teršia aplinką. Apie Kėdainių ir Jonavos gamyklas nuskurdo miškeliai, Kėdainiuose susikaupė fosfogipso kalnai (7.12 pav.). Ypač pavojinga, kai trąšos iš dirvos su lietaus vandeniu patenka į upes ir ežerus, kuriuose sparčiai mažėja žuvų, beveik išnyko vėžiai. Kad nepakenktume gamtai, privalome tiksliai laikytis agrotechnikos reikalavimų. Tada cheminės trąšos bus labai naudingos žemės ūkiui.

1. Išvardykite pagrindinius makroelementus. Kokius dar elementus pasisavina augalai?

2. Kokias žinote azoto, fosforo ir kalio trąšas? Kuriomis iš jų tręšiate savo daržą, sodą, laukus?

3. Kokios trąšos gaminamos Lietuvoje? Atsakymo ieškokite enciklopedijose ir žinynuose.

4. Kuo trąšos žalingos gamtai ir žmogui? Kaip išvengti šio pavojaus?

5. Azoto rūgšties sintezė iš amoniako yra oksidacijos ir redukcijos reakcijos. Parašykite šių reakcijų pusiaulygtes, kiekvienu atveju pažymėkite oksidatorių ir reduktorių.

6. Kodėl žemės ūkyje beveik nenaudojami kaulamilčiai? Kuriai dirvai — rūgščiai ar normaliai — jie labiau tinka? Kodėl?

7. Parašykite lygtis reakcijų, kuriose iš azoto rūgšties gaunamos šios trąšos:

a) amonio salietra; b) kalio salietra; c) kalcio salietra; d) natrio salietra.

8. Parašykite šių medžiagų disociacijos lygtis:

a) amonio nitrato; b) aliuminio nitrato; c) kalio sulfato; d) amonio divandenilio fosfato; e) kalcio vandenilio fosfato.

9. Apskaičiuokite, kurios iš šių trąšų turi daugiausia azoto:

a) kalio salietra; b) karbamidas; c) amonio sulfatas; d) amonio chloridas.

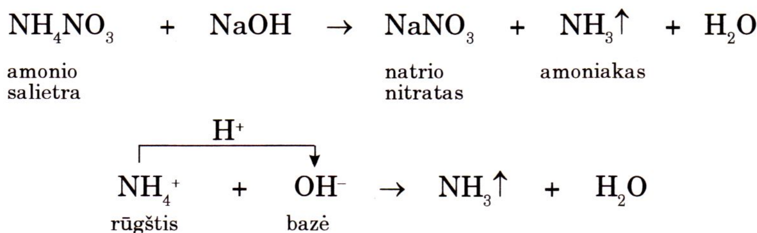
10. Fosforo trąšoms apskaičiuojama P_2O_5, o kalio — K_2O masės dalis. Žinoma, kad Lietuvoje 1 ha žemės ūkio naudmenų tenka po 154 kg trąšų ($N + P_2O_5 + K_2O$, santykiu 3:1:3). Laikykite, kad trešiama amonio salietra, superfosfatu ir kalio druska. Ariamos žemės yra 2,5 mln. ha. Apskaičiuokite, kiek kiekvienos iš šių trąšų išberiama į 1 ha. Kiek iš viso sunaudojama tokių trąšų?

TRĄŠŲ SAVYBIŲ TYRIMAS

Laboratorinis darbas

1. Amonio druskų atpažinimas

Ant amonio druskų (amonio salietros, amonio sulfato, amonio chlorido) užpilkite NaOH tirpalo ir pašildykite. Pradeda skirtis dujos. Indikatoriumi, pavyzdžiui, lakmuso popierėliu, nustatykite, kokios (7.13 pav.):

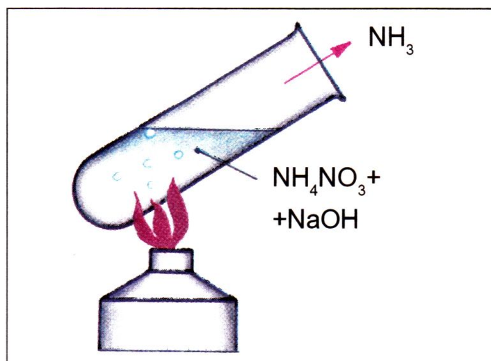


$$NH_4NO_3 + NaOH \rightarrow NaNO_3 + NH_3\uparrow + H_2O$$

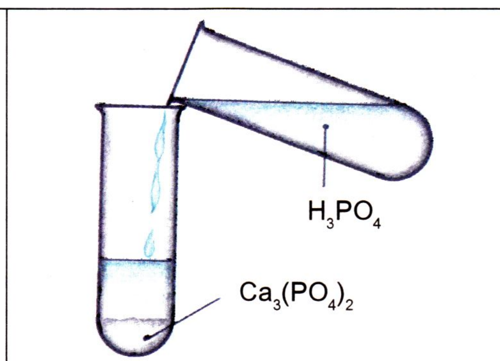
amonio salietra; natrio nitratas; amoniakas

$$\overset{H^+}{NH_4^+ + OH^-} \rightarrow NH_3\uparrow + H_2O$$

rūgštis; bazė



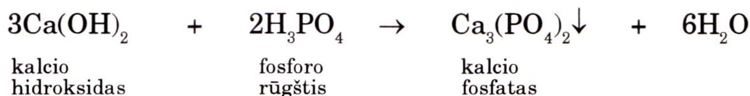
7.13 pav.



7.14 pav.

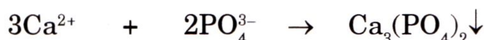
2. Superfosfato gavimas

Ištirkite fosforo rūgšties ir kalkių vandens reakciją. Į skaidrų kalkių vandenį lašinkite praskiestą fosforo rūgštį. Iš pradžių susidaro nuosėdos (7.14 pav.):



$$3Ca(OH)_2 + 2H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2\downarrow + 6H_2O$$

kalcio hidroksidas; fosforo rūgštis; kalcio fosfatas



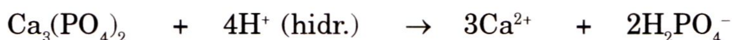
$$3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-} \rightarrow Ca_3(PO_4)_2\downarrow$$

Toliau lašinkite rūgštį. Nuosėdos ištirps, nes susidarys iš dalies tirpus kalcio divandenilio fosfatas (superfosfatas):



$$Ca_3(PO_4)_2 + 4H_3PO_4 \rightarrow 3Ca(H_2PO_4)_2$$

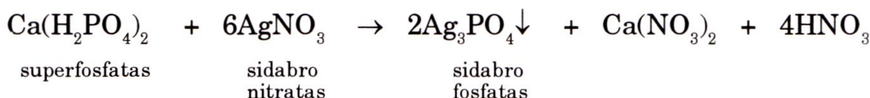
kaulamilčiai; superfosfatas



$$Ca_3(PO_4)_2 + 4H^+ \text{(hidr.)} \rightarrow 3Ca^{2+} + 2H_2PO_4^-$$

3. Superfosfato atpažinimas

a) Superfosfato tirpalą paveikite sidabro nitratu. Susidarys geltonos nuosėdos (7.15 pav.):

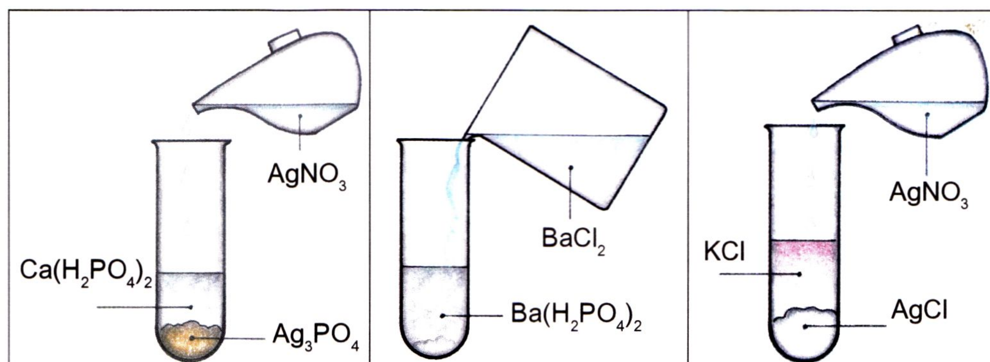


$$Ca(H_2PO_4)_2 + 6AgNO_3 \rightarrow 2Ag_3PO_4\downarrow + Ca(NO_3)_2 + 4HNO_3$$

superfosfatas; sidabro nitratas; sidabro fosfatas

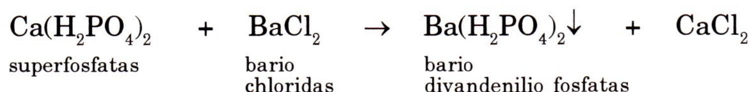


$$H_2PO_4^- + 3Ag^+ \rightarrow Ag_3PO_4\downarrow + 2H^+ \text{(hidr.)}$$

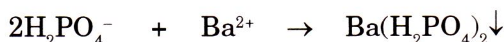


7.15 pav. **7.16 pav.** **7.17 pav.**

b) Superfosfato tirpalą paveikę bario chloridu, gausite baltas nuosėdas (7.16 pav.):



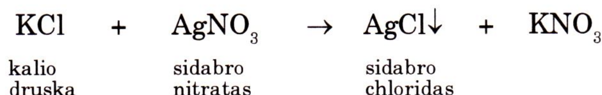
$$Ca(H_2PO_4)_2 + BaCl_2 \rightarrow Ba(H_2PO_4)_2\downarrow + CaCl_2$$



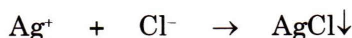
$$2H_2PO_4^- + Ba^{2+} \rightarrow Ba(H_2PO_4)_2\downarrow$$

4. Kalio druskos atpažinimas

Į kalio druskos (kalio chlorido) tirpalą įlašinkite $AgNO_3$ tirpalo. Pamatysite, kad susidarys baltos nuosėdos (7.17 pav.):



$$KCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$$



$$Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl\downarrow$$

Parašykite šių reakcijų jonines lygtis.

Remdamiesi ištirtomis savybėmis bei trąšų tirpumu vandenyje, atpažinkite, kuriame mėgintuvėlyje yra:

1) amonio salietra; 2) superfosfatas; 3) kalio druska;

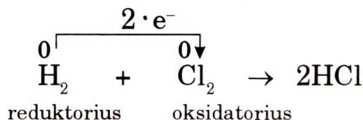
4) amonio sulfatas; 5) kalio sulfatas; 6) nitrofosas.

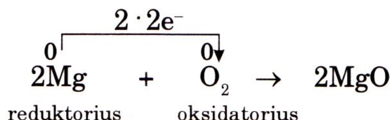
Persibraižę lentelę į sąsiuvinius, surašykite gautus rezultatus:

Trąšų tyrimas	Mėgintuvėlio nr.					
	1	2	3	4	5	6
Tirpumas vandenyje						
Reakcija su natrio šarmo tirpalu šildant						
Reakcija su $AgNO_3$ tirpalu						
Reakcija su $BaCl_2$ tirpalu						
Trąšos pavadinimas						

8. I SKYRIAUS APIBENDRINIMAS

Oksidacinės savybės ir oksidacijos laipsnio kitimas. Nemetalų oksidacinės savybės išryškėja reakcijose su metalais ir vandeniliu:





Nemetališkosios savybės stiprėja
Oksidacinės savybės stiprėja

B	C	N	O	F
	Si	P	S	Cl
		As	Se	Br
			Te	I

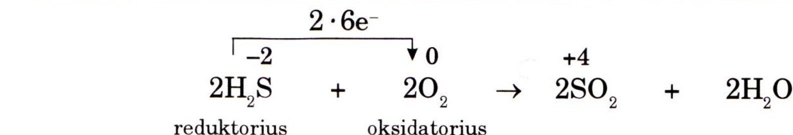
Nemetališkosios savybės stiprėja
Oksidacinės savybės stiprėja

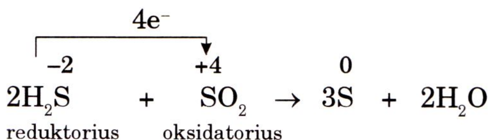
Perioduose elementų oksidacinės ir nemetališkosios savybės stiprėja iš kairės į dešinę.

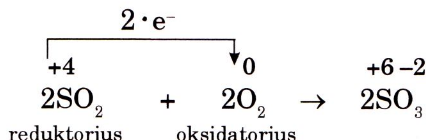
Nemetalų junginiai, turintys didžiausią teigiamą oksidacijos laipsnį, yra tik oksidatoriai, didžiausią neigiamą laipsnį, — tik reduktoriai, o kuriuose nemetalų oksidacijos laipsnis tarpinis, — ir oksidatoriai, ir reduktoriai (8.1 lentelė):

8.1 lentelė

Oksidacijos laipsnis	–2	0	+4	+6
Nemetalas	S	S	S	S
Junginys	H_2S	S	SO_2	H_2SO_4



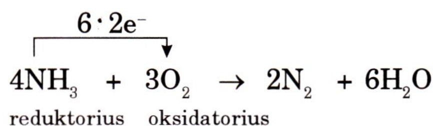


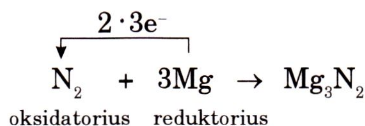


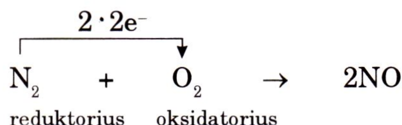
8.2 lentelė

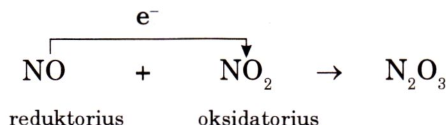
Oksidacijos laipsnis	–3	0	+2	+4	+5
Elementas	N	N	N	N	N
Junginys	NH_3	N_2	NO	NO_2	HNO_3

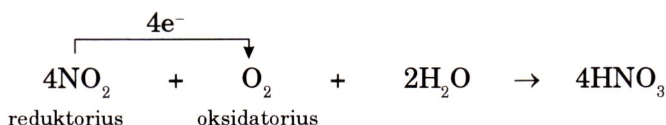
Reakcijos:

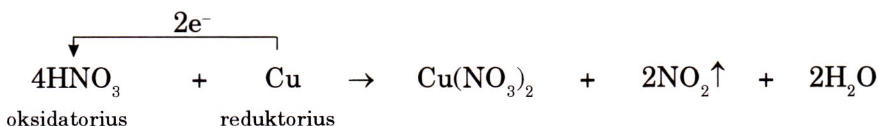












Grupėse elementų oksidacinės ir nemetališkosios savybės stiprėja iš apačios į viršų.

Junginiuose su nemetalais ir vandeniliu nemetalai įgyja neigiamą oksidacijos laipsnį:

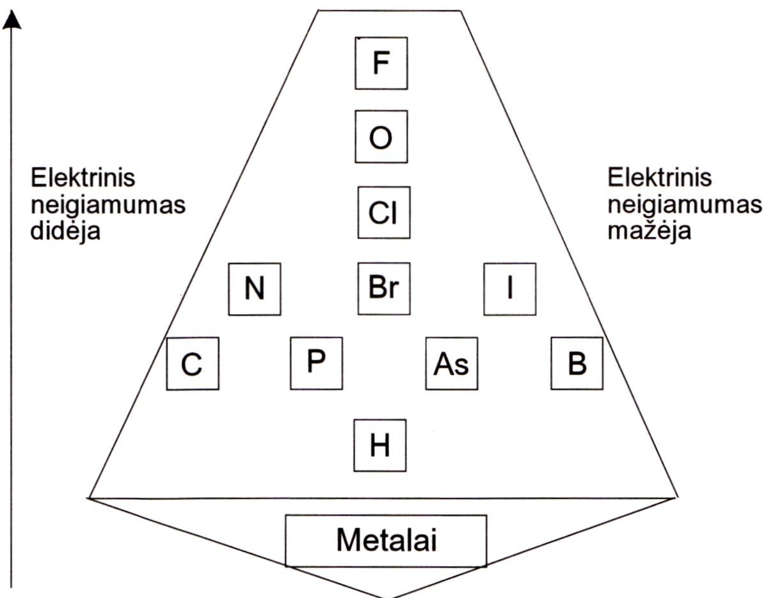
–4	–3	–2	–1
C	N	O	F
Si	P	S	Cl
	As	Se	Br
		Te	I

Nemetalų junginiai su metalais yra joniniai.

Nemetalams jungiantis tarpusavyje, oksidatorius yra tas elementas, kurio elektrinis neigiamumas didesnis.



Jungčių tarp nemetalų poliškumas. Tarp nemetalų jungtys yra kovalentinės. Jų poliškumas priklauso nuo atomų elektrinio neigiamumo skirtumo. Juo jis didesnis, juo jungtys poliškesnės.



Pastaba: jungtys tarp viename lygyje esančių nemetalų yra praktiškai nepolinės.

Nemetalai ir pusmetaliai gali sudaryti nemolekulinės sandaros junginius, kuriuose atomų skaičius yra labai didelis. Tokius junginius sudaro boras, anglis, silicis, germanis, fosforas, arsenas.

Fizikinės nemetalų savybės. Nemetalai yra dujinės (H_2, N_2, O_2, O_3, F_2, Cl_2), skystosios (Br_2), kietosios molekulinės sandaros (I_2, P_4, S_8) ir nemolekulinės sandaros (C, S, P, Si ir kt.) medžiagos. Kai kurie nemetalai turi kelias alotropines atmainas (deguonis ir ozonas, baltasis ir raudonasis fosforas ir kt.), kurios skiriasi sandara ir savybėmis.

Dauguma nemetalų (išskyrus anglies alotropinę atmainą grafitą) yra elektrai ir šilumai nelaidžios medžiagos. Pusmetaliai nuo nemetalų skiriasi tuo, kad praleidžia elektros srovę, todėl naudojami kaip puslaidininkiai (silicis, germanis).

Nemetalų oksidų savybės. Dauguma nemetalų oksidų, išskyrus CO, NO, NO_2, yra rūgštiniai. Pastarieji trys dar vadinami rūgščių nesudarančiaisiais oksidais. Nemetalų oksidacijos laipsnis rūgštiniuose oksiduose sutampa su oksidacijos laipsniu rūgštyje. Juo jis didesnis, juo rūgštis stipresnė. Taip pat yra stipresnės tos deguoninės rūgštys, kurių nemetalų elektrinis neigiamumas yra didesnis (žr. 8.3 lentelę).

8.3 lentelė

Nemetalai	Elementų oksidacijos laipsnis						
	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
Cl	Cl_2O HClO hipochloritinė rūgštis	—	Cl_2O_3 $HClO_2$ chloritinė rūgštis	—	Cl_2O_5 $HClO_3$ chloratinė rūgštis	—	Cl_2O_7 $HClO_4$ chloro rūgštis
S	—	—	—	SO_2 H_2SO_3 sulfitinė rūgštis	—	SO_3 H_2SO_4 sieros rūgštis	—
N	—	—	N_2O_3 HNO_2 nitritinė rūgštis	—	N_2O_5 HNO_3 azoto rūgštis	—	—
P	—	—	P_2O_3 HPO_2 fosfitinė rūgštis	—	P_2O_5 H_3PO_4 fosforo rūgštis	—	—
C	—	—	—	CO_2 H_2CO_3 anglies rūgštis	—	—	—

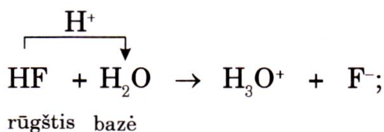
Nemetalų vandeniliniai junginiai. Nemetalų vandenilinių junginių rūgštinės savybės perioduose stiprėja iš kairės į dešinę, o grupėse — iš viršaus į apačią:

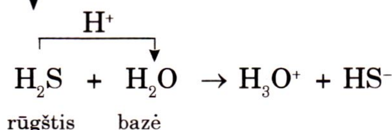
Rūgštinės savybės stiprėja →

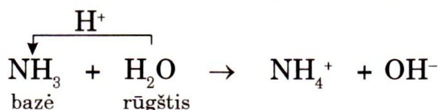
CH_4	NH_3	H_2O	HF
SiH_4	PH_3	H_2S	HCl
	AsH_3	H_2Se	HBr
			HI

↓ Rūgštinės savybės stiprėja

Pavyzdžiai:


$$HF + H_2O \rightarrow H_3O^+ + F^-;$$
rūgštis bazė (H^+)


$$H_2S + H_2O \rightarrow H_3O^+ + HS^-$$
rūgštis bazė (H^+)


$$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$$
bazė rūgštis (H^+)

II

GYVOSIOS IR NEGYVOSIOS GAMTOS VALDOVAI

9. IVA GRUPĖS NEMETALAI

•

IVA grupę sudaro nemetalai anglis, silicis, pusmetalis germanis ir metalai alavas bei švinas. Remdamiesi 9.1 lentele, išnagrinėkime šios grupės nemetalų atomų sandaros ypatumus.

9.1 lentelė

Elementas	Cheminis ženklas	Branduolio krūvis	Elektronų skaičius sluoksniuose	Neigiamas oksidacijos laipsnis	Teigiamas oksidacijos laipsnis	Atomo spindulys, nm	Elektrinis neigiamumas
Anglis	C	+6	2; [4]	–4	+2, +4	0,077	2,5
Silicis	Si	+14	2; 8; [4]	–4	+4	0,118	1,8
Germanis	Ge	+32	2; 8; 18; [4]	–4	+4	0,122	1,8

Šios grupės elementų atomų sandara ypatinga: kad visiškai būtų užpildytas išorinis elektronų sluoksnis, jiems trūksta 4 elektronų. Tačiau šie elementai gali ir atiduoti keturis elektronus, įgydami oksidacijos laipsnį +4.

Gamtoje ypač svarbūs anglis ir silicis. Anglis — gyvybės elementas, jo yra visuose gyvuosiuose organizmuose ir augaluose. Tai pagrindinis mikroorganizmų maisto šaltinis.

Silicis yra negyvosios gamtos pagrindas. Visa, kas aplink mus — smėlis, molis, akmenys, statybinės medžiagos, stiklas ir t. t., — silicio junginiai. Be jo neišsiverstų visa elektronikos pramonė, kompiuterinė technika.

Taigi pagrįstai galime sakyti, kad anglis yra gyvosios gamtos karalienė, o silicis — negyvosios gamtos monarchas.

10. SILICIS

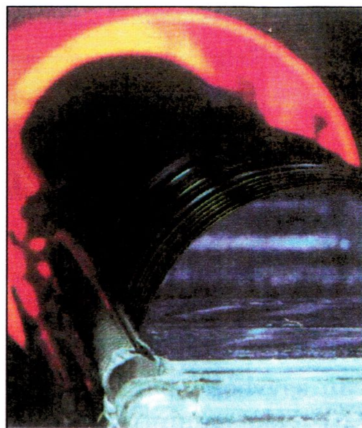
10.1. SILICIO (IV) OKSIDAS IR SILIKATAI

28,0855
Si –4 +2 +4
SILICIS
14

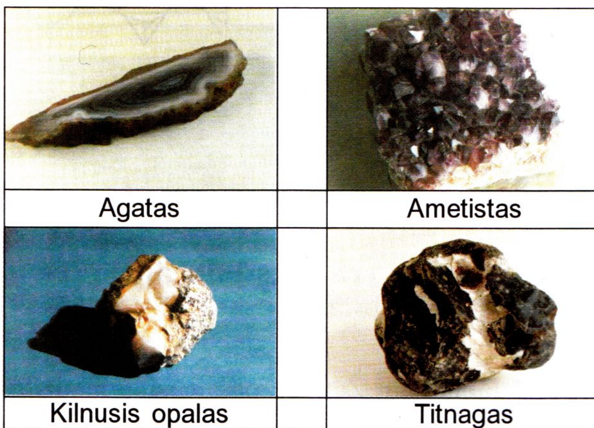
Nors silicis sudaro net 27 % Žemės plutos masės, tačiau gryno gamtoje nerandama. Šis elementas laboratorijoje išskirtas tik 1811 m. Tai tamsiai pilki metalinio blizgesio kristalai (10.1 pav.). Užtat Žemėje gausu silicio junginių — silikatų. Tai uolienos, akmenys, molis. Šios medžiagos yra silicio (IV) oksido, kurio empirinė formulė SiO_2, dariniai. Silicio dioksidas — pagrindinis smėlio komponentas. Lietuvoje, ties Anykščiais, randama kvarcinio smėlio, turinčio net 98 % gryno silicio dioksido SiO_2. Kristalinis silicio dioksidas vadinamas kvarcu. Priemaišos kvarco kristalams suteikia kitokią išvaizdą ir savybes. Kvarco atmainos yra opalas, titnagas, agatas, ametistas, kalnų krištolas (10.2 pav.). Vienos jų, pavyzdžiui, opalas, ametistas ir agatas, — brangakmeniai, iš kurių gaminami juvelyriniai dirbiniai, o kitos, kaip antai titnagas, — paprasti akmenys. Senovės lietuviai iš titnago mokėjo gaminti įvairiausius įnagius, atstojusius jiems kirvius, gremžtukus ir kt. Kaitinamos šios atmainos galų gale virsta paprastu kvarcu.

Junginiuose silicis yra keturvalentis, jo oksidacijos laipsnis (išskyrus junginius su metalais) lygus +4.

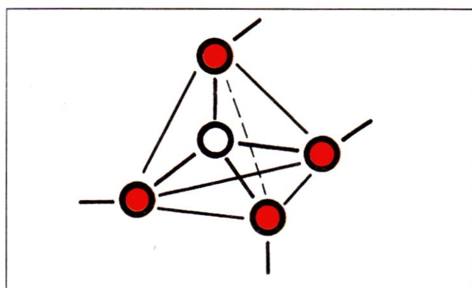
Silicio (IV) oksido sandara ypatinga. Jo kristalas sudarytas iš silicio ir deguonies atomų, susijungusių kovalentinėmis jungtimis (10.3 pav.). Šių atomų kristale yra nepaprastai daug, jų skaičius neapibrėžtas. Silicio (IV) oksidas



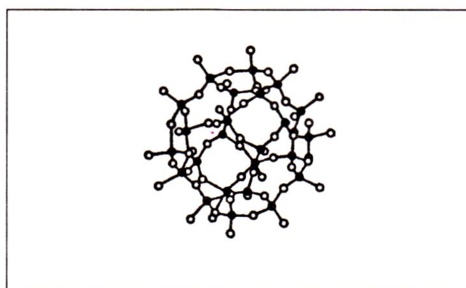
10.1 pav.



10.2 pav.



10.3 pav.



10.4 pav.

turi *atominę gardelę*. (Palyginkite — natrio chlorido kristalai sudaryti iš jonų.) Vienos tokios gardelės struktūra primena geometrinę figūrą — tetraedrą (jo plokštumos sudarytos iš keturių lygiakraščių trikampių) (10.3 pav.). Tetraedro centre yra silicio atomas, viršūnėse — deguonies atomai. Tetraedrai susijungę vienas su kitu, iš jų susidaro ilgi karkasai (10.4 pav.).

Kai į tokią gardelę vietoj silicio įsiterpia metalų jonai, susidaro mišri *atominė-joninė* gardelė. Tokia yra silikatų — akmenų, molio — struktūra. Jų formulės labai sudėtingos ir dažnai išreiškiamos oksidų santykiu (10.1 lentelė).

10.1 lentelė

Kai kurių silikatų sudėtis

Mineralas	Asbestas	Žėrutis	Molis	Lauko špatas
Formulė	$3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	$K_2O \cdot 3Al_2O_3 \times$ $\times\ 6SiO_2 \cdot 2H_2O$	Montmorilonitas $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$ Kaolinitas $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
Struktūra				
Pavyzdys				

Silikatai yra rūgštinio silicio (IV) oksido ir bazinių metalų oksidų junginiai.

Tai labiausiai Žemėje paplitusios medžiagos. Jų savybės labai priklauso nuo to, iš ko silikatai sudaryti. Žmonija jau seniai išmoko gaminti silikatus, kurių nėra gamtoje.

10.2. DIRBTINIAI SILIKATAI

Jau senovėje žmonija naudojo molį kaip rišamąją statybinę medžiagą būstams statyti. Molinių pirkelių gausu buvo ir Lietuvoje. Romėnai mokėjo gaminti degtas kalkes CaO, kurias sumaišę su smėliu, gaudavo puikią statybinę rišamąją medžiagą. Dabar iš kalkakmenio ($CaCO_3$) bei molio mišinio gaminamas cementas. Naujosios Akmenės cemento gamykloje 1994 m. pagaminta apie 750 tūkst. tonų geros kokybės cemento. Sumaišius jį su kitomis medžiagomis (užpildais), gaunamos geros rišamosios medžiagos (10.2 lentelė).

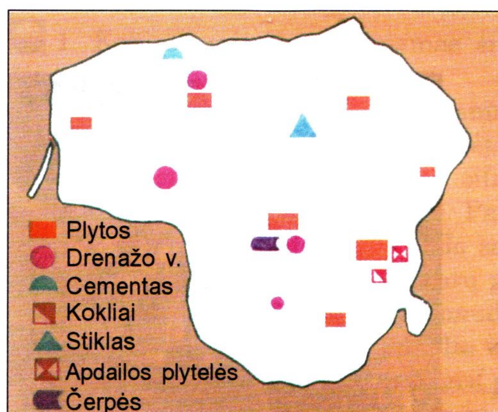
10.2 lentelė

Sudedamosios dalys	Rišamoji medžiaga
Smėlis + cementas + kalkės + vanduo	statybinis skiedinys
Smėlis + kalkės + vanduo	tinkavimo skiedinys
Cementas + žvyras, skalda + vanduo	betonas

Per tam tikrą laiką susidaro kieti kaip akmenys silikatai, iš jų statomi pastatai. Gamyklose, 90 % smėlio ir 10 % kalkių (CaO) mišinį veikiant vandens garais, gaminamos baltos silikatinės plytos. Silikatų pramonė — viena iš labiausiai išvystytų Lietuvoje (10.5 pav.).

Pirmoji dirbtinė medžiaga, kurią sukūrė žmogus, yra degtas molis. Iš jo gaminami keraminiai dirbiniai. Pirmieji degto molio gaminiai pagaminti daugiau kaip prieš 8 tūkstančius metų. Kasinėjant senovės lietuvių gyvenvietes, atrasta keraminių dirbinių: puodų šukių, plytų ir pan.

Įdomu, kad seniausieji mūsų žemėje rasti puodai buvo smailėjančiu dugnu, nes degimo metu tokie gaminiai mažiau trūkinėja. Plokščiadugnius indus išmokta gaminti gerokai vėliau.



10.5 pav.



10.6 pav.



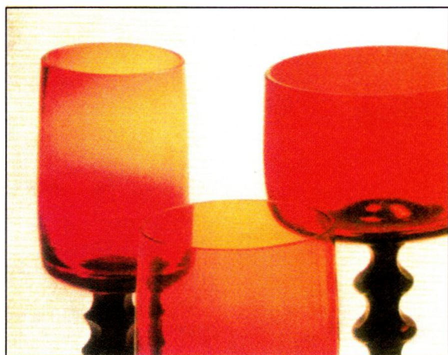
10.7 pav.

Iš molio gaminama daugybė įvairių dirbinių. Populiarūs iš baltojo molio — kaolino — padaryti fajanso dirbiniai. Fajansas akytas, todėl glazūruojamas. Kai sukepinamas kaolino, smėlio ir lauko špato mišinys, gaunamas porcelianas. Lietuvoje vietoj kaolino geros kokybės porcelianiniams indams ir dailiesiems dirbiniams gaminti naudojami kaulų pelenai (10.6 pav.).

Cheminiu požiūriu keramika yra silikatai. Didžiulis keramikos privalumas tas, kad ji atspari aukštai temperatūrai. Kuriami netgi keraminiai vidaus degimo varikliai. Keraminiai gaminiai geri elektros izoliatoriai (10.7 pav.). Dabar gaminama superlaidi keramika — visiška priešingybė įprastinei.

Dar ketvirtame tūkstantmetyje prieš Kristaus gimimą žmonija jau naudojo stiklą. Jis gaminamas iš sulydyto ir staiga ataušinto kalkių (CaO), kvarcinio smėlio (SiO_2) bei sodos (Na_2CO_3) mišinio. Stiklo sudėtį galima išreikšti tokia formule: $Na_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2$. Stiklas neturi kristalinės sandaros, yra labai trapus, jo savybės panašios į sustingusio skysčio. Pridėjus į jį įvairių metalų oksidų (vario, kobalto, nikelio ir kt.), gaminamas spalvotas stiklas (10.8 pav.), o į mišinį pridėjus švino ar bario oksidų, gaunamas žėrintis krištolas. Lietuvos stiklo pramonėje naudojamas Anykščių smėlis.

Dabar išmokta gaminti lanksčius ir labai skaidrius stiklo pluoštus, kurie beveik nesugeria šviesos (10.9 pav.). Tokie pluoštai skirti optinių kabelių, pagerinančių ryšių kokybę, gamybai. Pirmasis Lietuvoje optinis kabelis nutiestas 1992 m. tarp Vilniaus ir Kauno.



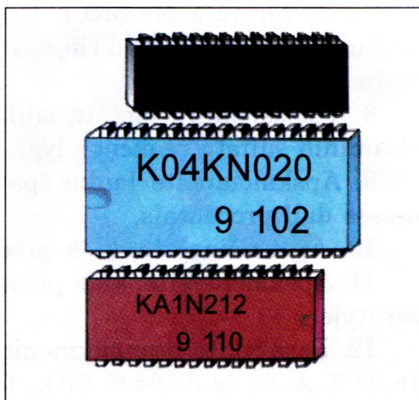
10.8 pav.



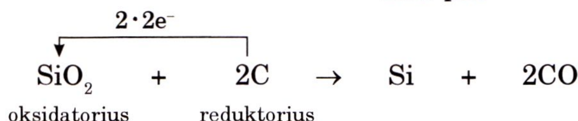
10.9 pav.

10.3. SILICIS — ELEKTRONIKOS PAGRINDAS

XX a. prasidėjo naujoji silicio pritaikymo era. Jis yra puslaidininkis (pagal elektrinį laidumą užima tarpinę vietą tarp metalų ir nelaidžių medžiagų). Iš silicio ir kai kurių metalų ir pusmetalių lydinių gaminamos puslaidininkinės mikroschemos — visos šiuolaikinės elektronikos pramonės pagrindas (10.10 pav.). Kietas grynas silicis gaunamas iš silicio dioksido:

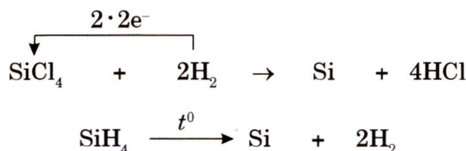


10.10 pav.



$$\underset{\text{oksidatorius}}{SiO_2} + \underset{\text{reduktorius}}{2C} \xrightarrow{2 \cdot 2e^-} Si + 2CO$$

Elektronikos pramonės reikmėms švarus silicis gaminamas kitais būdais:



$$SiCl_4 + 2H_2 \rightarrow Si + 4HCl \quad (2 \cdot 2e^-)$$

$$SiH_4 \xrightarrow{t^0} Si + 2H_2$$

1. Kokiose srityse naudojamas silicis ir jo junginiai? Išvardykite jums žinomus silikatus.

2. Išvardykite svarbiausias rišamąsias medžiagas.

3. Kokie junginiai susidaro kietėjant cementui?

4. Grynas silicis gaunamas iš silicio dioksido aliumotermijos būdu (sumaišius su aliuminiu ir padegus). Parašykite reakcijos lygtį.

5. Kuo ypatinga silicio dioksido sandara? Kaip sudaryti silikatai? Kokia kristalinė silicio dioksido ir silikatų gardelė?

6. Asbestas (anksčiau plačiai naudotas šiferiui, vamzdžiams gaminti, dabar, nustačius, kad jo dulkės sukelia vėžį, beveik nenaudojamas) — pluoštinė medžiaga, žėručio sandarai būdingos plokštelės, o išdžiovintas baltasis molis gerai sugeria drėgmę. Kuo galite paaiškinti tokias skirtingas šių silikatų savybes?

7. Virinant smėlį koncentruoto natrio hidroksido tirpale, gaunamas vadinamasis „skystas stiklas" — tirpus natrio silikatas (silikatiniai klijai, empirinė jų formulė Na_2SiO_3). Įpylus į šį tirpalą druskos rūgšties, susidaro drebučių pavidalo silicio rūgštis. Parašykite šių kitimų bendrąsias ir jonines lygtis.

8. Tik šarminių metalų silikatai yra tirpūs. Parašykite kalio silikato ir aliuminio sulfato reakcijos lygtį.

9. Apskaičiuokite lauko špato sudėtį (10.1 lentelė), išreikšdami oksidų masės dalį procentais.

10. Apskaičiuokite, kiek procentų silicio masės yra kaolinite.

11. Apskaičiuokite, kiek procentų silicio, aliuminio ir deguonies masės yra žėrutyje.

12. Parašykite brangakmenio smaragdo, kuris sudarytas iš 13,97 % BeO, 18,99 % Al_2O_3 ir 67,04 % SiO_2, formulę.

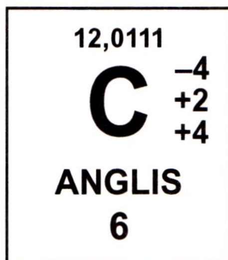
13. Kodėl, lydant stiklą, liepsna esti intensyviai geltona?

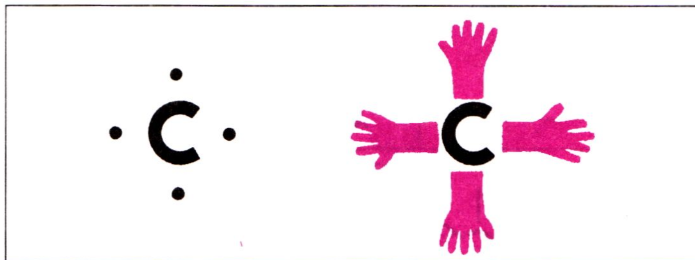
14. Talkas, kurį naudoja sportininkai, gydytojai ir kt., yra balti milteliai, sudaryti iš 31,75 % magnio oksido, 63,49 % silicio dioksido. Likusią dalį sudaro vanduo. Išveskite talko formulę, išreikšdami oksidų santykiu.

15. Krištolas sudarytas iš 39,42 % SiO_2, 4,91 % CaO, 2,71 % Na_2O, 48,84 % PbO ir 4,12 % K_2O. Išveskite krištolo formulę.

11. ANGLIS

11.1. ANGLIES ALOTROPIJA





11.1 pav.

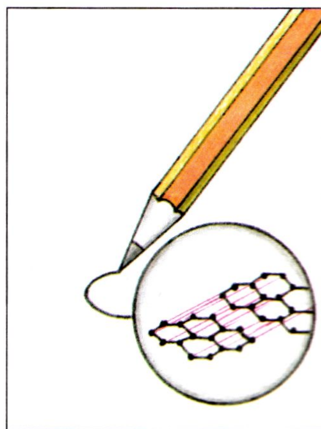
Kaip ir visi nemetalai, anglis gali jungtis su metalais, įgydama neigiamą oksidacijos laipsnį. Tokie junginiai vadinami karbidais, pavyzdžiui, aliuminio karbidas Al_4C_3. Tačiau daugumos karbidų, tarp jų ir ketuje esančio geležies karbido sandara primena metalų lydinius, o ne druskas*.

Tačiau anglis su kitais elementais daugiausia sudaro junginius, kuriuose tarp anglies ir kitų elementų yra kovalentinės jungtys. Kaip matyti iš anglies atomo elektroninės sandaros, ji gali sudaryti keturias tokias jungtis (11.1 pav.).

Anglis junginiuose yra keturvalentė.

Anglies alotropinės atmainos skiriasi viena nuo kitos savo sandara. Bet visų šių alotropinių atmainų anglies atomai yra susijungę keturiomis jungtimis — vienų (deimanto) — viengubosiomis, kitų (grafito) — dvigubosiomis ar net trigubosiomis (karbino). Kadangi tokia skirtinga alotropinių atmainų sandara, todėl skirtingos ir jų savybės (11.1 lentelė).

Geriausiai žinomi deimantas ir grafitas. Grafito sandara ypatinga tuo, kad anglies atomų grandinė, sudaranti vieną plokštumą, menkai susijusi su kita plokštuma. Be to, atstumai tarp anglies atomų grafito ciklinėse grandinėse



11.2 pav.

* Kai kuriuose karbiduose, pavyzdžiui, kalcio karbide CaC_2, anglies oksidacijos laipsnis nelygus –4.

ir tarp plokštumų yra skirtingi — tarp plokštumų jie didesni. Todėl grafito plokštumos gali judėti viena kitos atžvilgiu. Brėždami liniją pieštuku, popieriaus lape paliekame anglies atomų grandinėlių pėdsaką — viena nuo kitos atsiskiria grafito plokštelės (11.2 pav.).

Ši grafito savybė, taip pat jo laidumas plačiai taikomas technikoje ir buityje (11.3 pav.).

11.1 lentelė

Anglies alotropinės atmainos

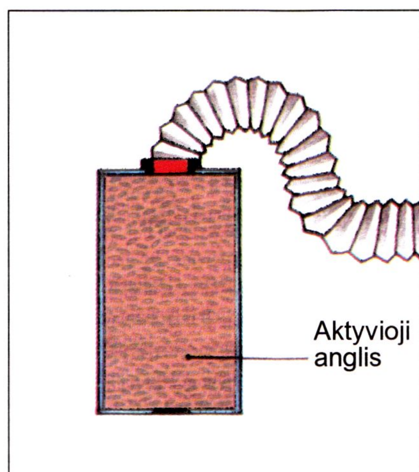
Jungčių tipai		C=C	C=C	−C≡C− ; =C=C=C=
Pavadinimas	Deimantas	Grafitas	Fulerenas	Karbinas
Struktūra				−C≡C−C≡C− ; =C=C=C=C=C=
Modeliai				
Pavyzdžiai				
Tankis, g/cm^3	3,51	2,27	1,68	?
Savybės	Bespalviai arba tamsūs kristalai, blogai praleidžia elektros srovę; kieta medžiaga	Pilkšvos arba juodos plokštelės, gerai praleidžia elektros srovę; minkšta medžiaga, tepa	Bronziniai kristalai, tirpstantys kai kuriuose tirpikliuose	Mažai ištirtas

TEPALAI
PIEŠTUKAI
GUOLIAI
ELEKTROTECHNIKA

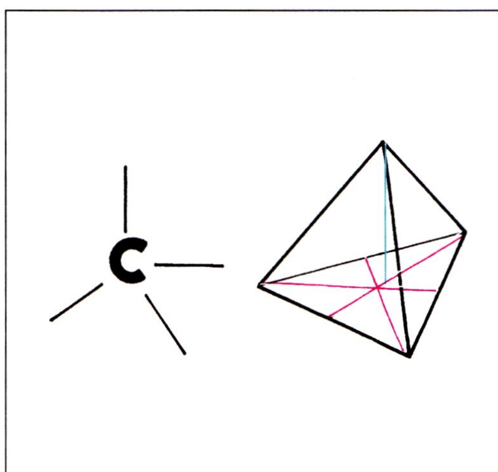
11.3 pav.

Grafitinės sandaros yra akmens ir medžio anglys, suodžiai. Dar viena ypatybė — anglis, gauta kaitinant akmens anglį (koksas), o ypač medieną (medžio anglis), yra labai akyta, korėta. Ji aktyviai dalyvauja reakcijose (nes labai didelis paviršius). Todėl tokia anglis kaip reduktorius naudojama metalurgijoje.

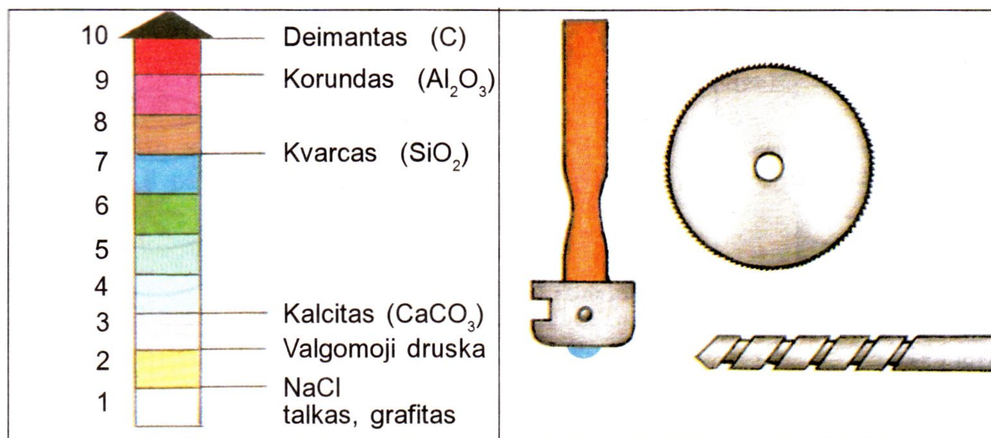
Kai kurios medžiagos gali sukibti su korėtos anglies paviršiumi. Akytoji, kitaip vadinama aktyvioji, anglis tarsi kokia kempinė sugeria medžiagas. Šis reiškinys vadinamas *adsorbcija*. Adsorbcijos būdu šalinamos įvairios priemaišos, valomos biologiškai aktyvios medžiagos, anglies tablečių duodama apsinuodijus. (Prisiminkite VIII klasėje nagrinėtą chromatografijos reiškinį.) Tokiu pačiu principu pagrįsta ir dujokaukės konstrukcija, nes aktyviosios anglies filtrai valo orą (11.4 pav.).



11.4 pav.



11.5 pav.



11.6 pav. **11.7 pav.**

Visiškai kitokia deimanto sandara ir savybės. Šios alotropinės atmainos anglies atomai vienodais atstumais nutolę vienas nuo kito. Tai labai taisyklingos sandaros kristalai, nes keturi anglies atomai tarsi sudaro taisyklingą geometrinę figūrą — tetraedrą (11.5 pav.). Todėl ir deimanto tankis didesnis negu grafito, o ypač skiriasi jų kietumas (11.6 pav.). Deimantas yra kiečiausias gamtoje randamas mineralas. Juo galima įrėžti visus metalus, stiklą. Deimantiniais pjūklais nesunkiai pjaustomi akmenys, deimantiniai grąžtai gręžia tvirčiausias uolienas (11.7 pav.).

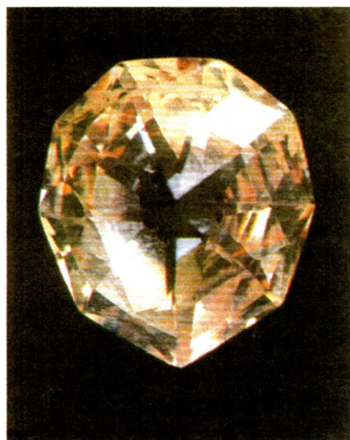
Deimantas — labai retas, todėl nepaprastai brangus mineralas. Didžiausi jo klodai slūgso Pietų Afrikoje, ten dabar išgaunama apie 80—90 % visų pasaulio deimantų. Deimantų yra labai įvairių — nuo bespalvių iki juodų kristalų (juose yra įvairių priemaišų) (11. 8 pav.).

Ypač vertinami bespalviai arba turintys silpną atspalvį deimanto kristalai. Jie specialiai šlifuojami, kad pasidarytų briaunoti. Taip gaunami briliantai — stipriai laužiantys šviesą (lūžio rodiklis net 2,4, tuo tarpu geriausio krištolo lūžio rodiklis gerokai mažesnis) labai brangūs ir vertingi brangakmeniai. Tikri briliantai žėri visomis vaivorykštės spalvomis (11.9 pav.), nes, kaip žinote iš fizikos kurso, skirtingų bangos ilgių šviesos spinduliai laužiami nevienodai.

Deja, deimantai nebūna dideli. Ypač pasiseka, jei randamas didesnis negu 1 karato (0,2 g) deimantas. Visame pasaulyje rasta tik kiek daugiau negu 60 deimantų, kurių masė didesnė kaip 100 karatų. Visi jie turi pavadinimus, jų istorijos turtingos, dažnai net labai žiaurios, siekia žilą senovę. Didžiausiais pasaulio deimantais buvo puošiamos karalių karūnos ir skeptrai, simbolizuojantys šių valdovų galybę. Daug brangakmenių yra Jakaterinos II karūnoje (11.10 pav.)



11.8 pav.



11.9 pav.



11.10 pav.



11.11 pav.

Deimantų gavybos istorija sena kaip pasaulis. Ilgą laiką jų buvo randama Indijoje, tačiau jau XVII a. gavyba ėmė mažėti. Vėliau deimantų karštligė apėmė Braziliją, Venesuelą. Turtinga šių mineralų yra Jakutijos respublika (Rusijos Federacijoje). Nuo XIX a. jų randama Pietų Afrikoje, čia ir kasami didžiausi pasaulio deimantai.

Visų didžiausio deimanto „Kulinano" masė siekė 3106 karatus (rastas 1905 m.). Deja, iš šio kumščio didumo deimanto buvo neįmanoma pagaminti vieno brilianto, nes jame buvo įsiterpusių medžiagų ir plyšių. Akmenį perdavė to meto žymiausiam juvelyrui J. Askerui. Kelis mėnesius meistras tyrinėjo nuostabų gamtos kūrinį, kol ryžosi suduoti vieną vienintelį smūgį. Deimantas suskilo pagal esančius plyšius, įsiterpusios medžiagos išbyrėjo, o meistras ... neteko sąmonės. Atsitokėjęs suprato, kad jo sprendimas buvo teisingas. Gabalas suskilo į 2 monolitinius blokus, 7 didžiulius ir apie 100 smulkių briliantų. Didžiausi briliantai dabar puošia Anglijos karalienės karūną (11.11 pav.).

Alotropinių atmainų savybės priklauso nuo sandaros.

XX a. išmokta gaminti dirbtinius deimantus. Nustatyta, kad, esant didžiuliam slėgiui (10^{10} Pa) ir aukštai temperatūrai (2000 ^{0}C), grafitas gali virsti deimantu. Tačiau didelių deimantų, tinkamų briliantams gaminti, nepavyksta padaryti.

Iš grafito gaunamos ir kitos anglies alotropinės atmainos — fulerenas (C_{60} ir C_{70}) ir karbinas. Į Žemę nukritusiame meteorite buvo aptikta anglies alotropinė atmaina, struktūra primenanti karbiną, — chaoitas. Vadinasi, anglies alotropinės atmainos taip pat gali būti paverčiamos viena kita.


1. Kas lemia skirtingas deimanto ir grafito savybes?

2. Koks anglies atomų valentingumas deimante ir grafite?

3. Kaip atpažintumėte briliantą?

4. Kodėl grafitas tinka slankiųjų kontaktų (šepetėlių) gamybai? Ar galima tokius kontaktus tepti tepalu?

5. Kodėl viena nuo kitos lengvai atsiskiria grafitinės plokštelės?

6. Apskaičiuokite „Kulinano" deimanto masę (3106 karatų) gramais.

7. Kaip cheminėmis reakcijomis galima būtų įrodyti, kad deimantas ir grafitas yra vieno elemento alotropinės atmainos?

11.2. ANGLIES OKSIDAI. KARBONATAI

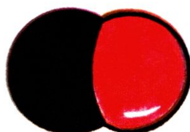
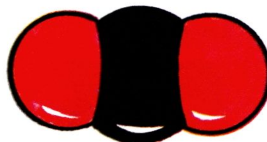
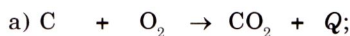
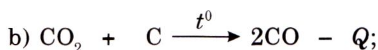
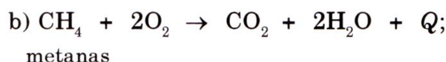
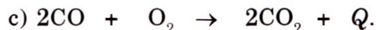
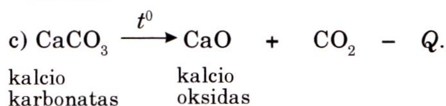
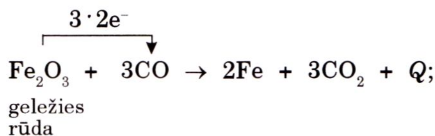
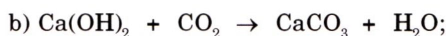
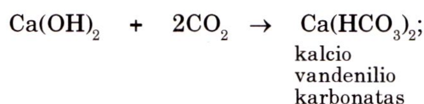
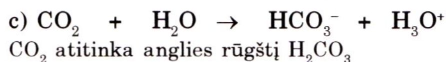
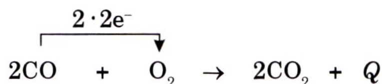
Anglis gali sudaryti du oksidus CO ir CO_2, kurių savybes jau nagrinėjome. Tai skirtingi junginiai: anglies (II) oksidas yra nuodingas, nuo jo galima net mirti. Anglies (IV) oksidas — troškios dujos, naudojamos nealkoholiniams gėrimams paskaninti (gazuoti).

Laboratorijoje CO galima gauti skruzdžių rūgštį veikiant koncentruota sieros rūgštimi. CO_2 išsiskiria, kai rūgštys reaguoja su karbonatais. Paprastai šios dujos gaminamos Kipo aparatu marmurą veikiant druskos rūgšties tirpalu.

Palyginkime šių oksidų sandarą ir chemines savybes (11.2 lentelė):

11.2 lentelė

Karbonatai

Anglies oksidai	
CO anglies (II) oksidas (smalkės)	CO_2 anglies (IV) oksidas (angliarūgštė)
	
Bespalvės, bekvapės, labai nuodingos dujos.	Bespalvės, turinčios silpną kvapą, troškiosios dujos.
Susidaro deginant anglis, kai trūksta oro. Galima gauti iš anglies (IV) oksido:	Susidaro oro pertekliuje deginant anglis arba anglies turinčias medžiagas arba kaitinant karbonatus:
 a) $2C + O_2 \rightarrow 2CO + Q$;	 a) $C + O_2 \rightarrow CO_2 + Q$;
 b) $CO_2 + C \xrightarrow{t^0} 2CO - Q$;	 b) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + Q$; metanas
 c) $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2 + Q$.	 c) $CaCO_3 \xrightarrow{t^0} CaO + CO_2 - Q$. kalcio karbonatas; kalcio oksidas
Anglies (II) oksidas yra geras reduktorius:  $3 \cdot 2e^-$ $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2 + Q$; geležies rūda	Anglies (IV) oksidas pasižymi rūgštinėmis savybėmis:  a) $CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$;  b) $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$;  $Ca(OH)_2 + 2CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$; kalcio vandenilio karbonatas  c) $CO_2 + H_2O \rightarrow HCO_3^- + H_3O^+$ CO_2 atitinka anglies rūgštį H_2CO_3
Dega:  $2 \cdot 2e^-$ $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2 + Q$	Nepalaiko degimo.

Anglies rūgšties druskos vadinamos karbonatais.

Daugelį karbonatų savybių jau žinote. Prisiminkime jas dar kartą.

11.3 lentelė

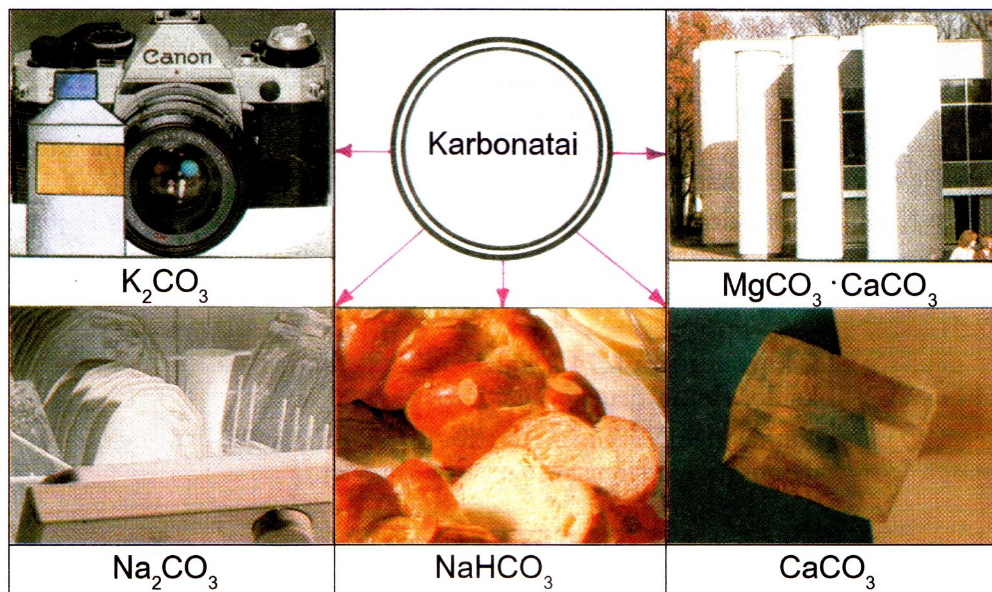
Karbonatai

Pavadinimas	Formulė	Pavyzdžiai	Savybės ir panaudojimas
Kalcio karbonatas (klintys, kalkakmenis)	$CaCO_3$		Netirpus vandenyje, baltas ar pilkšvas mineralas
Magnio ir kalcio karbonatas (dolomitas)	$MgCO_3 \cdot CaCO_3$		Pilkas, kartais įvairių atspalvių mineralas
Natrio karbonatas (soda, plaunamoji soda)	Na_2CO_3		Baltos spalvos medžiaga, gali sudaryti kristalohidratus
Natrio vandenilio karbonatas (geriamoji soda)	$NaHCO_3$		Baltos spalvos, blogai vandenyje tirpstanti medžiaga, kaitinama lengvai skyla
Kalio karbonatas (potašas)	K_2CO_3		Baltos spalvos, ore drėkstanti medžiaga

Išvardyti karbonatai labai plačiai naudojami (11.12 pav.).

Karbonatus galima atpažinti pagal rūgščių poveikį jiems. Reakcijos metu išsiskiria dujinis anglies (IV) oksidas.

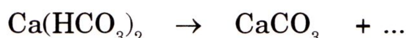
Karbonatai lengvai reaguoja su rūgštimis, todėl ši savybė taikoma įvairiose srityse. Kalcio karbonatu kalkinamos rūgščios dirvos. Geriamosios sodos (natrio vandenilio karbonato) yra kepimo milteliuose. Kepinyje esančios



11.12 pav.

rūgštys su šiuo junginiu sudaro anglies (IV) oksidą, kuris kaitinamas plečiasi, ir kepinys labai iškyla, pasidaro purus. Geriamoji soda mažina skrandžio rūgštingumą, jos yra dantų pastose.

Ypatingą reikšmę gamtoje turi kalcio vandenilio karbonato susidarymo reakcija, lemianti laikinąjį (karbonatinį) vandens kietumą (prisiminkite IX klasės kursą).



1. Ką vadiname karbonatais? Parašykite kalcio karbonato ir druskos rūgšties tirpalo bei natrio karbonato ir sieros rūgšties tirpalo reakcijų lygtis.

2. Medžio pelenuose yra nemažai kalio karbonato. Seniau moterys, maišydamos medžio pelenus su vandeniu, darydavo „pelenų šarmą". Kodėl šis tirpalas taip vadintas? Parašykite reakcijos lygtį.

3. Parašykite sieros rūgšties ir šių medžiagų reakcijų lygtis:

a) $CaCO_3$; b) K_2CO_3; c) $KHCO_3$.

4. Baikite rašyti nuovirų susidarymo reakcijos lygtį:

$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + ...$

Paaiškinkite, kaip galima būtų įrodyti, kad nuovirose yra kalcio karbonato. Parašykite reakcijos lygtį.

5. Vienas valdovas paklausė alchemiko, kaip atskirti tikrą briliantą ir tikrus perlus nuo dirbtinių, pagamintų iš stiklo. Alchemikas pasiūlė briliantą padeginti, o perlus paveikti rūgštimi. Žinodami, kad perluose yra kalcio karbonato, paaiškinkite, kas atsitiko tikriems perlams ir briliantui ir kodėl valdovas įsakė nukirsti alchemikui galvą, kai buvo įsitikinta jų tikrumu. Parašykite atitinkamas reakcijų lygtis.

6. Namuose atlikite bandymą. Į stiklinę įpilkite truputį vandens ir įberkite žiupsnelį geriamosios sodos. Paskui įlašinkite kelis lašus valgomojo acto arba citrinos rūgšties tirpalo. Ką pastebėjote? Užrašykite sutrumpintą joninę lygtį.

7. Į tirpalą, kuriame yra 0,74 g kalcio hidroksido, prileista 0,448 l (n. s.) anglies (IV) oksido. Kokia druska susidarė?

8. Į pakankamą kiekį druskos rūgšties tirpalo įberta 8,4 g magnio karbonato. Apskaičiuokite išsiskyrusių (n. s.) dujų tūrį.

III

ANGLIES JUNGINIŲ CHEMIJA

12. ĮVADAS

Ne kartą esate pastebėję, kad įvairios medžiagos degdamos apanglėja, pajuoduoja. Taip atsitinka su mediena, popieriumi, audiniais. Apanglėja prisvilę blynai, kepami maltiniai ir pan. Jei dujinė viryklė blogai sureguliuota, ji rūksta, išsiskiria suodžiai. Automobilių dujų išmetimo vamzdžius taip pat dengia suodžių sluoksnis. Vadinasi, visose šiose skirtingose medžiagose yra anglies.

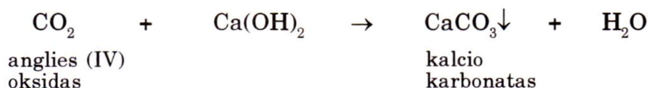
Stebėkite mokytojo demonstruojamą bandymą.

B a n d y m a s. 1. Į sausą mėgintuvėlį įberiama apie 0,1 g krakmolo, sumaišyto su 1 g juodo CuO.

2. Į viršutinę mėgintuvėlio dalį atsargiai įstumiamas nedidelis vatos kamštelis, o ant jo užberiama bevandenio iškaitinto $CuSO_4$ (balto).

3. Mėgintuvėlis užkemšamas kamščiu su dujų išleidžiamuoju vamzdeliu, kurio vienas galas įleidžiamas į mėgintuvėlį su kalkių vandeniu (12.1 pav.).

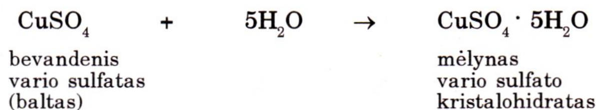
4. Mėgintuvėlis kaitinamas. Matote, kad kalkių vanduo susidrumsčia, susidaro netirpus kalcio karbonatas ($CaCO_3$):



$$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$$

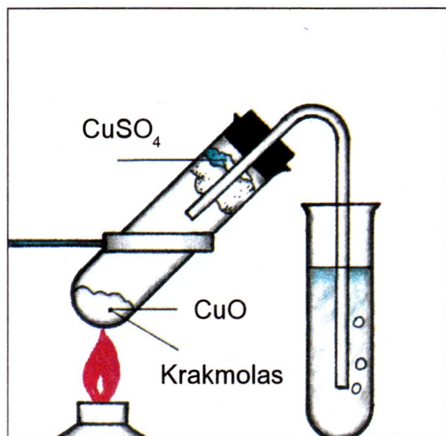
anglies (IV) oksidas; kalcio karbonatas

Vadinasi, reakcijos metu iš krakmolo skyrėsi CO_2 ir H_2O (bevandenis vario sulfatas tapo kristalohidratu ir pamėlynavo):



$$CuSO_4 + 5H_2O \rightarrow CuSO_4 \cdot 5H_2O$$

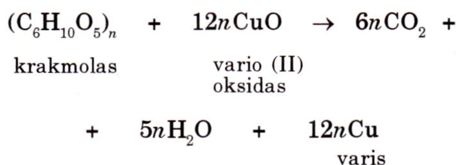
bevandenis vario sulfatas (baltas); mėlynas vario sulfato kristalohidratas



12.1 pav.

Iš kur atsirado CO_2 ir H_2O? Jie susidarė iš krakmolo.

Vadinasi, krakmole yra anglies ir vandenilio. Reakcijų vyksmą galima pavaizduoti tokia schema:



$$(C_6H_{10}O_5)_n + 12nCuO \rightarrow 6nCO_2 + 5nH_2O + 12nCu$$

krakmolas; vario (II) oksidas; varis

CuO šioje reakcijoje yra krakmolo oksidatorius.

Dar XIX a. buvo įrodyta, kad daugelyje augalinių ar gyvulinių, t. y. **organinės kilmės**, medžiagų yra anglies. Tokios medžiagos pavadintos **organiniais junginiais**.

Anglis yra pagrindinis kiekvieno organinio junginio elementas.

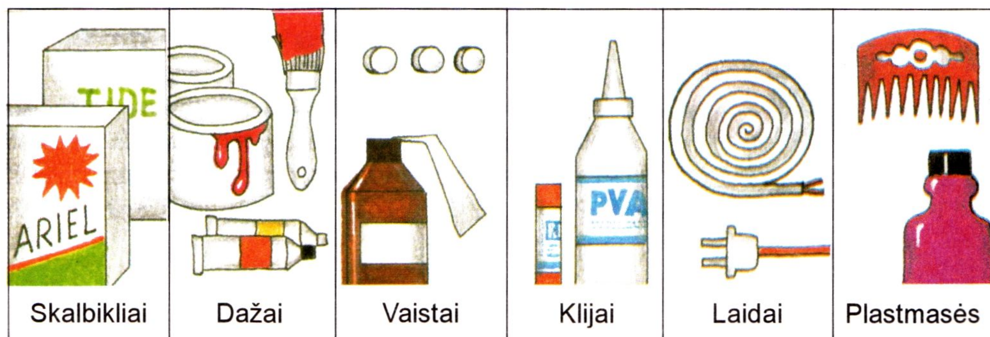
Iki XIX a. vidurio buvo manyta, kad cheminėse laboratorijose iš negyvosios gamtos junginių, kurie buvo pavadinti neorganiniais, niekada nepavyks gauti organinių junginių. Tačiau vokiečių chemikai F. Violeris, A. Kolbė, prancūzas A. Bertlo ir daugelis kitų mokslininkų savo darbais įrodė, kad tai įmanoma. Chemikai išmoko sintetinti tokius anglies junginius, kurių iš viso nėra gyvojoje gamtoje. Jie taip pat vadinami organiniais junginiais.

Organiniai junginiai — tai anglies junginiai.

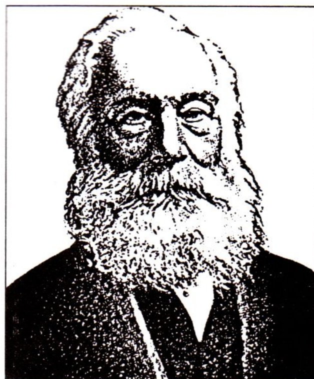
Tačiau toks skirstymas yra sąlygiškas, nes kai kurie junginiai, kuriuose yra anglies, pavyzdžiui, kreida $CaCO_3$, soda Na_2CO_3, laikomi neorganiniais. Antra vertus, yra daug organinių junginių, turinčių savo sudėtyje ir metalų, ir nemetalų — fosforo, sieros, boro, silicio ir kt.

Chemijos mokslo šaka, nagrinėjanti anglies junginių savybes ir jų kitimus, vadinama **organine chemija**. Galima sakyti, kad organinė chemija mūsų pasaulį padarė spalvingesnį ir turtingesnį (12.2 pav.).

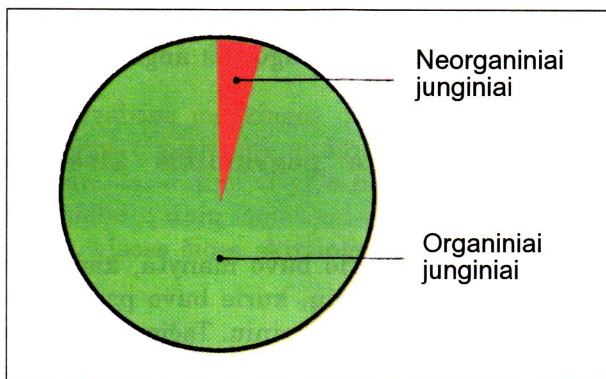
Iki XIX a. spalvingus drabužius vilkėdavo tik didikai, nes dažai buvo gaunami iš augalų ar gyvūnų. Norint pagaminti tik 1 g dažo purpuro, reikėjo surinkti ir apdoroti 10 000 moliuskų — geldučių, gyvenančių šiltoje Viduržemio jūroje. Todėl purpurinė karaliaus mantija buvo galybės ir turto simbolis. Tačiau jaunam anglų chemikui V. Perkinui 1856 m. susintetinus pirmą dažą moveiną, spalvoti drabužiai netrukus tapo kasdienybe.



12.2 pav.



V. Perkinas (1838 — 1907)

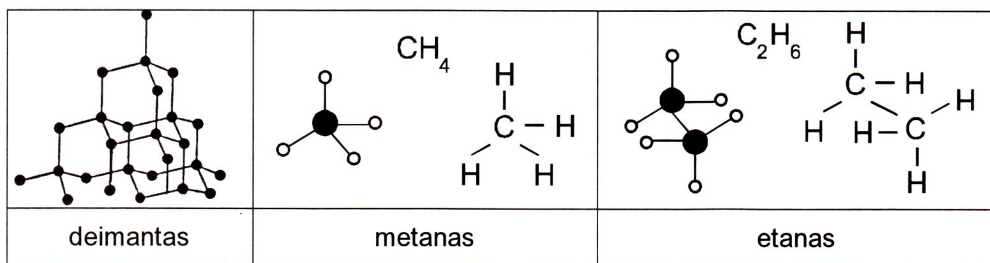


12.3 pav.

Dabar žinoma daugiau kaip 13 000 000 cheminių junginių. Didžioji dauguma jų yra organiniai (12.3 pav.), susintetinti cheminėse laboratorijose. Galbūt kai kam iš jūsų teks sukurti ne vieną naują organinį junginį, kuris bus naudingas žmonijai, padės geriau pažinti Visatą.

Nagrinėdami anglies alotropines atmainas, sužinojome, kad anglies atomai gali jungtis vienas su kitu, sudarydami ilgas grandines, karkasus*: deimantą, grafitą, karbiną, fulereną ir t. t. Be to, anglies atomų jungtys gali būti viengubosios, dvigubosios ar trigubosios.

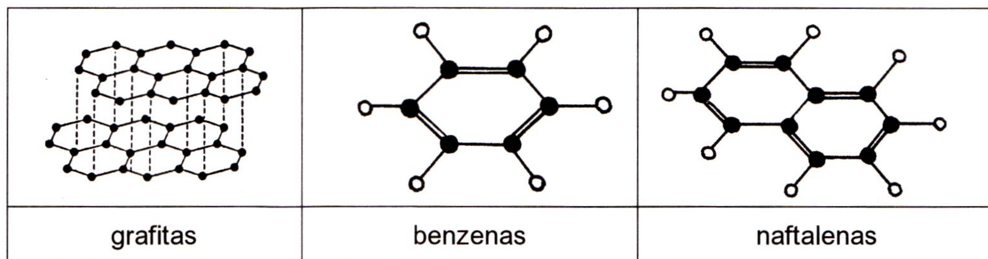
Anglies atomai gali sudaryti taisyklingas tetraedrines struktūras (deimante; 12.4 pav., *a*), jungtis į uždarus ciklus (grafite; 12.4 pav., *b,* ir fulerene), būti linijiški (karbine). Lygiai taip pat jungtys išsidėsčiusios ir organiniuose junginiuose.



12.4 pav., *a*

---

* Karkasas (it. *caracassa*) — gaminio ar statinio griaučiai, šiuo atveju anglies atomų „griaučiai".



12.4 pav., *b*

Anglis junginiuose yra keturvalentė.

 1. Kodėl cukrus, actas, krakmolas, alkoholis vadinami organiniais junginiais?

2. Aspirino (vaisto) gyvojoje gamtoje nėra. Jo sudėtis $C_8H_8O_3$. Ar šis junginys yra organinis?

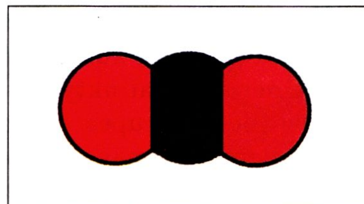
3. Remdamiesi 12.3 paveikslu, apskaičiuokite, kokią dalį visų žinomų junginių sudaro organiniai junginiai (500 000 neorganinių ir 12 500 000 organinių).

4. Pakelio vilnonių ir medvilninių dažų užtenka vienam dviem kilogramams siūlų nudažyti. Pakelio masė lygi 15 g. Apskaičiuokite, kiek moliuskų tektų perdirbti, norint gauti tokį kiekį antikinio purpuro.

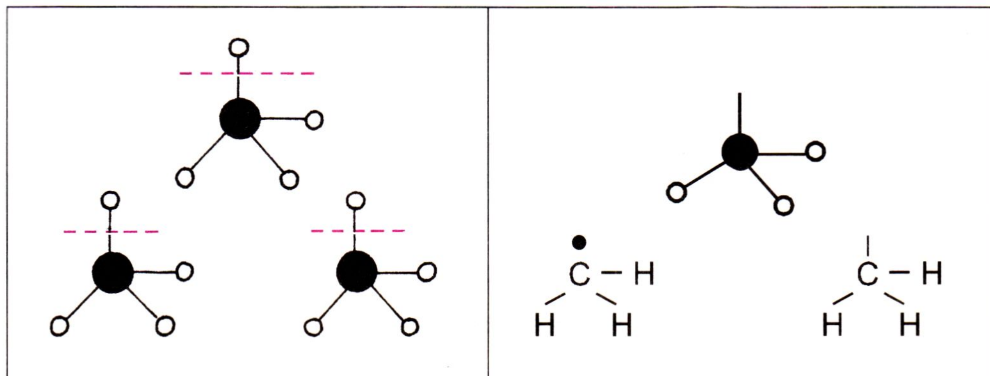
5. Namuose atlikite eksperimentą, kuriuo galėtumėte įrodyti, kad parafininėje žvakėje yra anglies. Pasiūlykite kelis būdus.

6. Pažiūrėję į anglies dioksido molekulės modelį (12.5 pav.), parašykite šio junginio struktūrinę formulę (jungtis tarp atomų pažymėkite brūkšneliais). Koks anglies atomo valentingumas?

7. Vienas baisiausių nuodų, kuriuos žino žmonija, yra kalio cianidas. Jis yra vandenilio cianido rūgšties, kurios formulė HCN, druska. Parašykite vandenilio cianido struktūrinę formulę.



12.5 pav.



13.1 pav. **13.2 pav.**

Surinkite tris strypinius metano molekulės modelius pagal 13.1 paveikslą. Juose jungtys vaizduojamos strypeliais, o anglies bei vandenilio atomai — juodais ir baltais rutuliukais.

Junginiai, sudaryti iš anglies ir vandenilio, vadinami *angliavandeniliais.*

Nuo visų molekulės modelių atskirkite po vieną vandenilio atomą, kaip parodyta paveikslėlyje. Gautos metano liekanos vadinamos *metilo grupėmis*, arba *radikalais**.

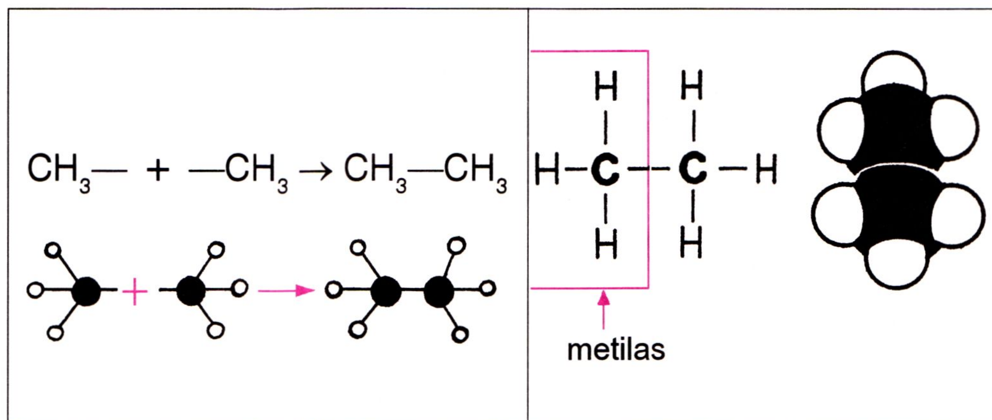
***Metilo* grupė išreiškiama formule CH_3—.**

Tokios dalelės gali egzistuoti tik labai trumpai. Jos susidaro, jeigu temperatūra labai aukšta. Metilo radikalas turi vieną nesuporuotą elektroną ir yra nepaprastai aktyvus (13.2 pav.).

Dvi metilo grupes sujungus laisvosiomis jungtimis, kaip parodyta 13.3 paveiksle, gaunamas metano darinys, kuriame vandenilio atomas pakeistas metilo grupe. Šis junginys vadinamas *etanu*.

Anglies atomus etano molekulėje jungia bendra elektronų pora, tarp anglies atomų sudarydama kovalentinę jungtį.

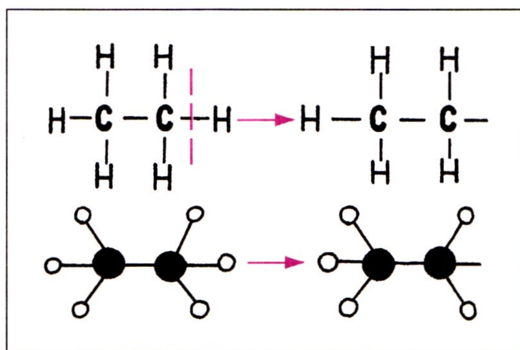
* Radikalas (lot. *radicalis* — „šaknis") — nepastovi dalelė, molekulių atomų grupė, nepakitusi pereinanti iš vieno cheminio junginio į kitą.



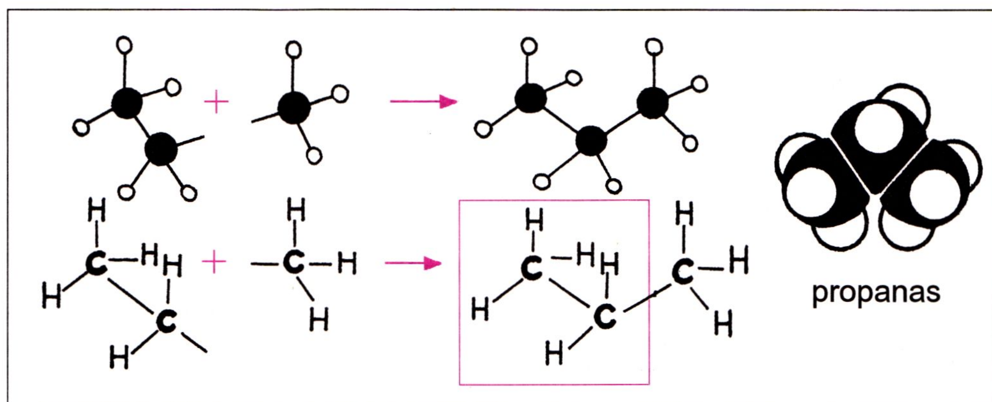
13.3 pav. 13.4 pav.

Etano struktūrinė formulė pavaizduota 13.4 paveiksle, o jo sudėtis C_2H_6.

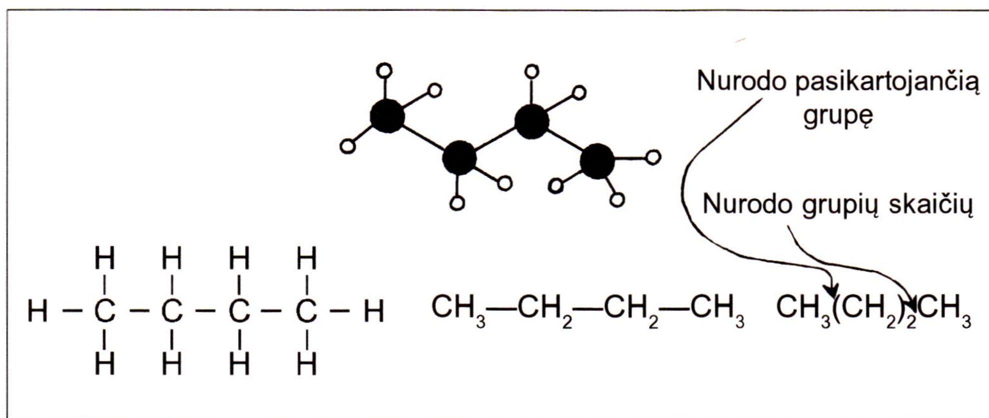
Atskyrus nuo etano molekulės vieną vandenilio atomą, gaunama liekana, kuri vadinama *etilo grupe* (13.5 pav., *a*). Prie atsiradusios laisvos liekanos prijungus dar vieną metilo grupę, susidarys *propano* molekulė (13.5 pav., *b*).



13.5 pav., *a*



13.5 pav., *b*



13.6 pav.

Propano sudėtis C_3H_8. Taip, laipsniškai vandenilius keičiant metilo grupėmis, anglies atomų grandinė kaskart pailgėja viena $—CH_2—$ grupe. Pavyzdžiui, analogiškai galima gauti butano C_4H_{10} molekulės modelį, o jo struktūra užrašoma trejopai (13.6 pav.).

Paskutinėse dviejose formulėse nepažymėtos C—H jungtys, todėl tokios formulės vadinamos *sutrumpintomis struktūrinėmis formulėmis*.

Angliavandeniliai, kuriuose tarp grandinę sudarančių anglies atomų yra viengubosios C—C jungtys, o kitos sujungtos su vandenilio atomais (C—H jungtys), vadinami *sočiaisiais angliavandeniliais*.

Kiekvieno šių junginių formulę surašykime į stulpelį, nežymėdami C—H jungčių (sutrumpintomis struktūrinėmis formulėmis) (13.1 lentelė).

Iš lentelės matyti, kad metanas, etanas, propanas ir kiti angliavandeniliai skiriasi vienas nuo kito tik $—CH_2—$ grupe. T. y. jie panašūs savo sandara, vadinasi, ir cheminėmis savybėmis. Sakoma, kad šie angliavandeniliai sudaro **homologinę eilę** (gr. *homologia* — „sutikimas" — vienareikšmis, vienodai su kuo nors susijęs).

Atkreipkite dėmesį: sočiųjų angliavandenilių, išskyrus pirmuosius keturis homologinės eilės narius, pavadinimų šaknis rodo, kiek anglies atomų yra molekulėje (pavyzdžiui, penki — *pent-*, šeši — *heks-*, aštuoni — *okt-*, devyni — *non-* ir pan.). Žodžio šaknis kildinama iš lotyniškų skaitvardžių pavadinimų. Prie šaknies pridedama priesaga *-anas*. Pavyzdžiui, pilnas angliavandenilio pavadinimas: *heks* (šeši) + *anas* — heksanas.

13.1 lentelė

Sočiųjų angliavandenilių homologinė eilė

Sotusis angliavandenilis	Sudėtis	Sutrumpinta struktūrinė formulė ir modelis
Metanas	CH_4	CH_4
Etanas	C_2H_6	CH_3CH_3
Propanas	C_3H_8	$CH_3CH_2CH_3$
Butanas	C_4H_{10}	$CH_3CH_2CH_2CH_3$
Pentanas	C_5H_{12}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$
Heksanas	C_6H_{14}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
Heptanas	C_7H_{16}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
Oktanas	C_8H_{18}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
Nonanas	C_9H_{20}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
Dekanas	$C_{10}H_{22}$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

Sočiųjų angliavandenilių bendroji formulė C_nH_{2n+2}; čia n — anglies atomų skaičius.



13. ANGLIAVANDENILIAI

Sočiųjų angliavandenilių radikalų pavadinimai sudaromi iš angliavandenilio pavadinimo šaknies, pridedant priesagą *-ilas* (13.2 lentelė).

13.2 lentelė

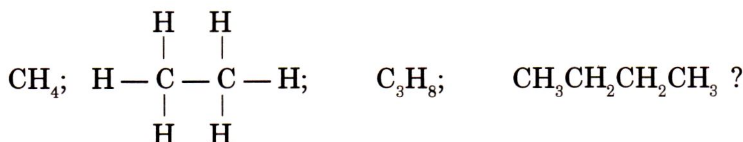
Radikalų pavadinimai

Angliavandenilis	Angliavandenilio formulė	Radikalas	Radikalo formulė	Tarptautinis radikalo žymėjimas
Metanas	CH_4	Metilas	CH_3-	Me
Etanas	CH_3CH_3	Etilas	CH_3CH_2-	Et
Propanas	$CH_3CH_2CH_3$	Propilas	$CH_3CH_2CH_2-$	Pro
Butanas	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	Butilas	$CH_3CH_2CH_2CH_2-$	Bu



1. Ką vadiname angliavandeniliais?

2. Kurios iš šių formulių vadinamos sutrumpintomis struktūrinėmis formulėmis:



3. Įvardykite junginius:

a) CH_3CH_3; b) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$; c) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$; d) $CH_3CH_2CH_3$; e) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$.

4. Parašykite šių junginių struktūrines formules. Įvardykite junginius:

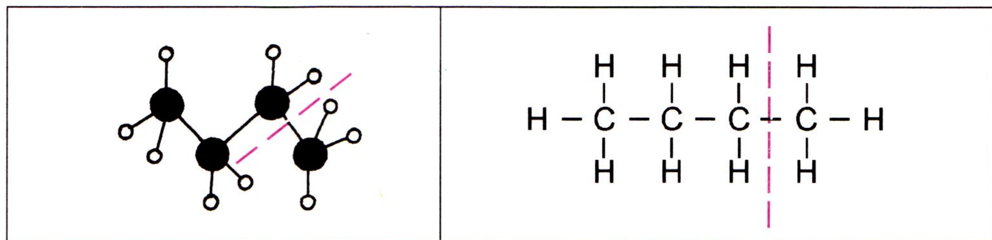
a) C_4H_{10}; b) C_2H_6; c) C_5H_{12}; d) C_6H_{14}.

5. Kurie iš pateiktųjų angliavandenilių yra sotieji:

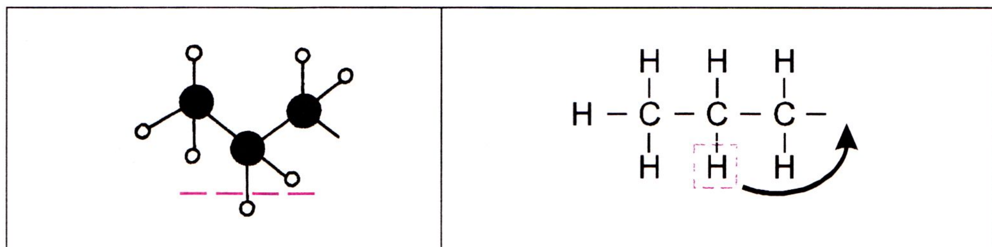
a) C_2H_2; b) CH_2CH_2; c) C_8H_{18}; d) C_4H_8; e) C_6H_{12}; f) C_7H_{16}; g) C_7H_8; h) C_6H_6; i) $C_{10}H_{20}$?

6. Apskaičiuokite anglies masės dalį propane ir dekane.

14. IZOMERIJA



14.1 pav.



14.2 pav.

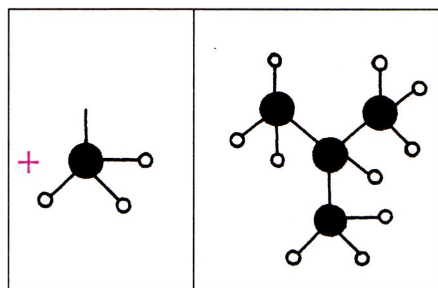
Išnagrinėkime butano molekulės modelį (14.1 pav. kairėje). Matome, kad anglies atomai yra vienoje grandinėje. Toks angliavandenilis yra linijinis. Dabar pabandykime atsakyti, ar butano molekulėje jungtys gali kitaip išsidėstyti.

1. Nuo surinkto linijinio strypinio butano molekulės modelio atskirkime metilo radikalą (žr. 14.1 pav.).

2. Nuo viduriniojo propilo radikalo anglies atomo atskirkime vandenilio atomą ir prijunkime jį prie paskutinio anglies atomo (ten, kur buvo prijungtas metilo radikalas) (14.2 pav.).

3. Propilo radikalo vidurinįjį anglies atomą su metilo radikalu sujunkime laisvosiomis jungtimis (14.3 pav.).

Gavome skirtingos sandaros, bet tos pačios sudėties C_4H_{10} junginį — 2-metilpropaną. Tai šakotasis angliavandenilis. Šis angliavandenilis sudarytas iš: a) pagrindinės (propilo radikalas) grandinės; b) šoninės atšakos — metilo radikalo. Šoninės atšakos vietą rodo skaičius (pagrindinės anglies grandinės atomo numeris). Šie junginiai skiriasi sandara, kuri lemia skirtingas jų fizikines (taip pat ir chemines) savybes (žr. 14.1 lentelę).



14.3 pav.



14. IZOMERIJA

14.1 lentelė

Butano ir 2-metilpropano sandaros ir savybių palyginimas

Angliavandenilis	Butanas	2-metilpropanas
Sudėtis	C_4H_{10}	C_4H_{10}
Struktūrinė formulė	$CH_3—CH_2—CH_2—CH_3$	$CH_3—CH—CH_3$ (prie CH: | CH_3)
Strypinis modelis		
Erdvinis modelis		
Lydymosi temperatūra, ^0C	–138,4	–159,6
Virimo temperatūra, ^0C	–0,5	–11,7
Tankis, g/cm^3 (–25 ^0C)	0,573	0,551

Medžiagų savybės priklauso ne tik nuo jų sudėties, bet ir nuo sandaros.

Tokios medžiagos, kurios turi tą pačią cheminę sudėtį, bet skirtingą sandarą ir dėl to pasižymi skirtingomis fizikinėmis ir cheminėmis savybėmis, vadinamos *izomerais.**

Izomerija — labai paplitęs organinės chemijos reiškinys. Didėjant anglies atomų skaičiui molekulėje, ilgėja anglies atomų grandinės. Vadinasi, daugėja galimybių susidaryti skirtingos sandaros junginiams.

Didėjant anglies atomų skaičiui molekulėje, izomerų skaičius didėja.

* Gr. *izos* — „lygus, vienodas, panašus" + gr. *meros* — dalis.

Pavyzdžiui, pentano molekulė C_5H_{12} turi tris izomerus (14.2 lentelė), o dekanas $C_{10}H_{22}$ — net 75 (14.3 lentelė).

14.2 lentelė

Pentano izomerų sandara ir savybės

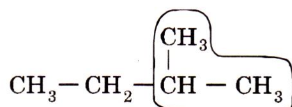
Angliavandenilis	Pentanas	2-metilbutanas	2,2-dimetilpropanas
Sudėtis	C_5H_{12}	C_5H_{12}	C_5H_{12}
Struktūrinė formulė	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$	$CH_3-CH-CH_2-CH_3$ CH_3	CH_3 CH_3-C-CH_3 CH_3
Strypinis modelis			
Erdvinis modelis			
Lydymosi temperatūra, °C	–129,7	–159,9	–16,5
Virimo temperatūra, °C	36,1	27,8	9,5
Tankis, g/cm³	0,626	0,620	0,613 (–25 °C)

14.3 lentelė

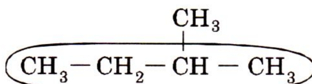
Sočiųjų angliavandenilių izomerų skaičius

Angliavandenilis	Sudėtis	Izomerų skaičius
Metanas	CH_4	1
Etanas	C_2H_6	1
Propanas	C_3H_8	1
Butanas	C_4H_{10}	2
Pentanas	C_5H_{12}	3
Heksanas	C_6H_{14}	5
Heptanas	C_7H_{16}	9
Oktanas	C_8H_{18}	18
Dekanas	$C_{10}H_{22}$	75

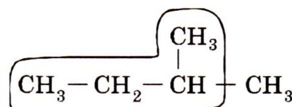
Kad nepasiklystų tokioje gausybėje junginių, chemikai dar XIX a. pabaigoje susitarė laikytis visuotinai priimtų taisyklių junginių pavadinimams sudaryti. Dabar galioja Tarptautinės teorinės ir taikomosios chemijos sąjungos (IUPAC) taisyklės. Jos pagrįstos tuo, kad junginių pavadinimai sudaromi pagal pagrindinės (ilgiausios) anglies atomų grandinės pavadinimą. Pavyzdžiui,



trumpoji grandinė



ilgoji grandinė



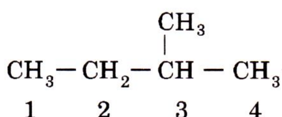
ilgoji grandinė

2-metilbutanas

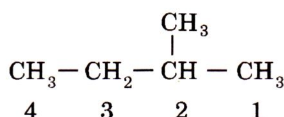
Pagrindiniai taisyklių punktai yra tokie:

1. Nustatoma ilgiausia — pagrindinė — anglies atomų grandinė.

2. Ilgiausios grandinės anglies atomai sunumeruojami tokia tvarka, kad atšaka būtų sujungta su kuo mažesnį numerį turinčiu anglies atomu:

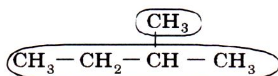


Neteisingai



Teisingai

3. Nustatomas atšakos pavadinimas (metil-, etil- ir pan.):



metil-

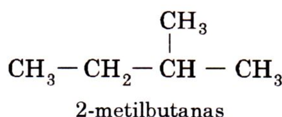
butano liekana

4. Užrašomas junginio pavadinimas:

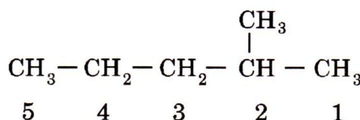
a) nurodomas pagrindinės grandinės anglies atomo, prie kurio prijungta atšaka, numeris;

b) parašomas brūkšnelis;

c) vienu žodžiu užrašomas atšakos ir pagrindinės grandinės pavadinimas:



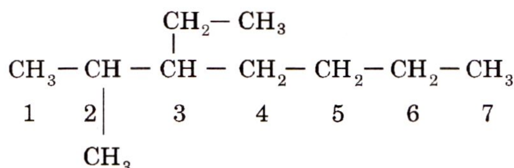
2-metilbutanas



2-metilpentanas

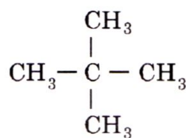
5. Jei junginyje yra dvi ir daugiau atšakų (šoninių grandinių), pagrindinės grandinės anglies atomai numeruojami taip, kad tų atomų, prie kurių prijungtos atšakos, numerių suma būtų mažiausia.

6. Jei yra kelios skirtingos atšakos, junginių pavadinimai sudaromi tokia pačia tvarka, kaip ir esant vienai atšakai, tik atšakų (šoninių grandinių) pavadinimai perskiriami brūkšneliais. Pakaitai išvardijami pagal abėcėlę:



3-etil-2-metilheptanas

7. Jei yra dvi ir daugiau vienodų atšakų, pagrindinės grandinės anglies atomų, prie kurių jos prijungtos, numeriai atskiriami vienas nuo kito kableliais, o po brūkšnelio prie atšakos pavadinimo pridedami priešdėliai *di-* (dvi atšakos), *tri-* (trys), *tetra-* (keturios) ir t. t.:



2,2-dimetilpropanas

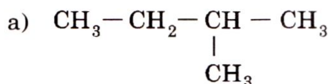
8. Jei yra po dvi ar daugiau skirtingų atšakų, priešdėliai nepakeičia tų atšakų vardijimo tvarkos (jos vardijamos pagal abėcėlę): trietil- bus prieš dimetil-, nes etil- rašomas prieš metil-.

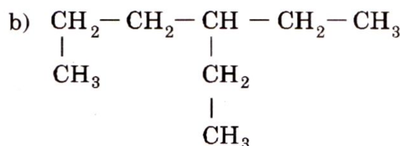
 1. Parašykite visas pentaną atitinkančių izomerų struktūrines formules.

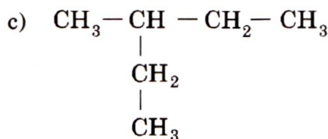
2. Užrašykite šių junginių sutrumpintas struktūrines formules:

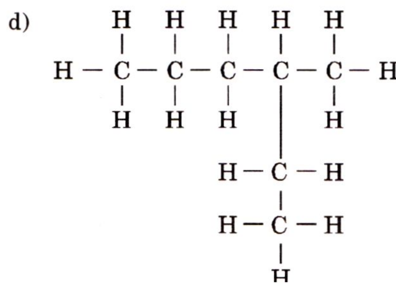
a) 2-metilheptano; b) 3-etilpentano; c) 3-etil-2-metiloktano.

3. Pavadinkite šiuos junginius:

a) 

b) 

c) 

d) 

4. Pavaizduokite visus izomerus, atitinkančius molekulinę formulę C_6H_{14}.

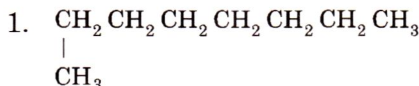
5. Kodėl pateikti pavadinimai yra neteisingi? Kokie teisingi šių junginių pavadinimai:

a) 2-dimetilbutanas; b) 4-metilpentanas;

c) 1,4-dimetilbutanas; d) 2,3-dimetilpropanas?

6. Kairėje esančius angliavandenilius priskirkite dešinėje pavaizduotoms sutrumpintoms struktūrinėms formulėms:

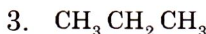
a) propanas

1. 

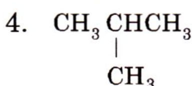
b) oktanas

2. 

c) heptanas

3. 

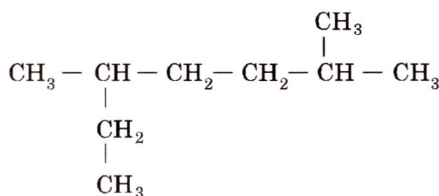
d) metanas

4. 

e) 2-metilpropanas

5. 

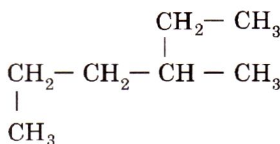
7. Kiek anglies atomų sudaro ilgiausią angliavandenilio grandinę:



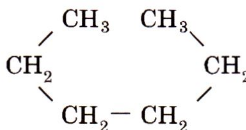
a) 4; b) 5; c) 6;

d) 7; e) 8; f) 9?

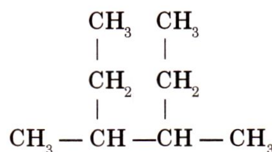
8. Kuri anglies atomų grandinė ilgiausia:



a)



b)



c)

9. Dujų tankis oro atžvilgiu lygus 2,0. Dujose yra 82,76 % C ir 17,24 % H. Parašykite šių dujų molekulinę formulę ir galimus izomerus.

10. Dujose yra 85,71 % C ir 14,29 % H. Šių dujų tankis vandenilio atžvilgiu lygus 14. Parašykite molekulinę ir struktūrinę formules.

11. Dujose yra 81,82 % C ir 18,18 % H. Vieno litro šių dujų (n. s.) masė lygi 1,964 g. Apskaičiuokite dujų molekulinę ir struktūrinę formules.

12. Apskaičiuokite pentano sudėtį, išreikšdami elementų masės dalis procentais.

15. SOČIŲJŲ ANGLIAVANDENILIŲ FIZIKINĖS IR CHEMINĖS SAVYBĖS

15.1. FIZIKINĖS SAVYBĖS

Sotieji angliavandeniliai vadinami *alkanais*.

Žemiausieji homologinės alkanų eilės nariai yra bekvapės dujos. Aukštesnieji — silpnai kvepiantys skysčiai (C_5—C_{13}), kiti — (>C_{14}) — kietos, beveik bekvapės medžiagos (pavyzdžiui, parafinas) (15.1 lentelė).

15.1 lentelė

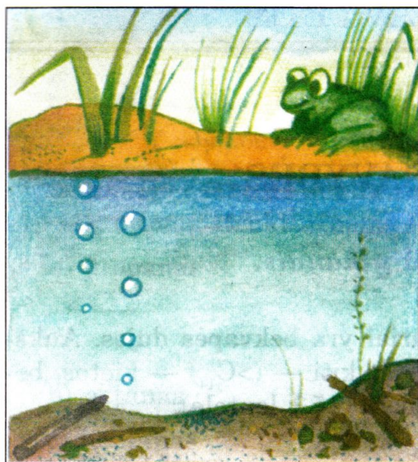
Alkanų fizikinės savybės

Angliavandenilis	Molekulinė formulė	Virimo temp., ^0C	Lydymosi temp., ^0C
Metanas	CH_4	–164,0	–182,5
Etanas	C_2H_6	–88,5	–183,3
Propanas	C_3H_8	–42,0	–189,7
Butanas	C_4H_{10}	–0,5	–138,4
Pentanas	C_5H_{12}	36,0	–129,7
Heksanas	C_6H_{14}	68,7	–95
Heptanas	C_7H_{16}	98,5	–90,6
Oktanas	C_8H_{18}	125,6	–56,8
Nonanas	C_9H_{20}	150,7	–51
Dekanas	$C_{10}H_{22}$	174,1	–29,7

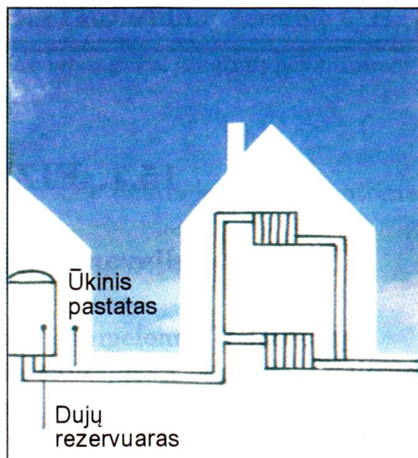
Metanas yra pagrindinė gamtinių dujų sudedamoji dalis (nuo 60 % iki 99 %). Gamtinėse dujose aptinkama taip pat nedaug etano, propano ir butano. Nemažai metano susidaro pūvant įvairioms organinėms medžiagoms (mėšlui, srutoms, dumblui). Dažnai galima pastebėti, kaip iš tvenkinio dugno kyla dujų burbuliukai. Tai metanas, susidaręs pūvant dumblui (15.1 pav.).

Įvairias atliekas (srutas, maisto likučius ir kt.) galima pūdyti specialiuose įrenginiuose, o susidariusį metaną, vadinamą biodujomis, panaudoti kaip kurą patalpoms šildyti. Toks kuras ypač naudingas ūkininko sodyboje (15.2 pav.).

Daug angliavandenilių gaunama iš perdirbamos naftos.



15.1 pav.

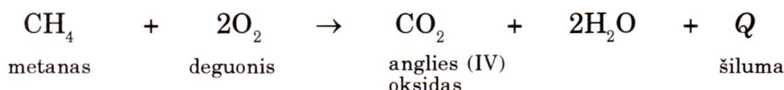


15.2 pav.

Nafta ir gamtinės dujos yra pagrindiniai angliavandenilių šaltiniai.

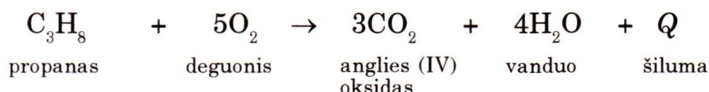
15.2. DEGUMAS

Net apie 87 % pasaulyje išgaunamos naftos ir beveik visą gamtinių dujų kiekį žmonija suvartoja kurui. Iš tikrųjų, uždegdami dujinę viryklę, atliekame cheminę reakciją:



$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + Q$$

Suskystintosiose dujose propano degimą galima išreikšti tokia lygtimi:



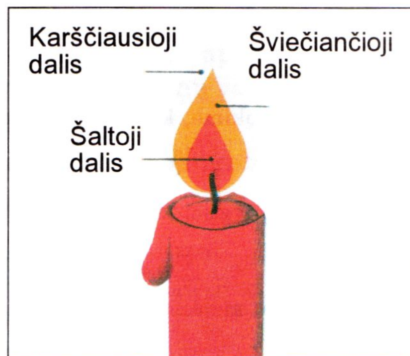
$$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O + Q$$

Atkreipkite dėmesį — šiai reakcijai reikia daugiau deguonies negu metano degimui. Todėl kad ji nešviestų, reikia papildomai tiekti orą.

Kartais net neįsivaizduojame, kokios sudėtingos cheminės reakcijos vyksta liepsnoje. Kai temperatūra aukšta, medžiagų molekulės jonizuojasi, susidaro jonai ir laisvieji elektronai.

Liepsna — tam tikra dalelių būsena, spinduliuojanti šviesą ir šilumą.

Žmonija jau seniai naudoja ugnį savo reikmėms. Ugnis šildė kuklius žmonių būstus, teikė jiems jaukumo. Ant ugnies buvo gaminamas maistas. Kai kurioms tautoms tai buvo tikėjimo, apsivalymo simbolis. Senovės lietuviai garbino šventąją ugnį, turėjo ugnies, namų židinio deivę Gabiją, jai aukojo aukas. Ir dabar mes ir linksmų, ir liūdnų įvykių, iškilmių ar švenčių progomis dažnai uždegame žvakes. Plevenanti žvakės liepsna priverčia susimąstyti, nuteikia iškilmingai.



15.3 pav.

Žvakėje esantis parafinas lydosi, kyla dagtimi ir garuodamas dega. Stebėkite degančią žvakę (15.3 pav.). Galima išskirti tris jos liepsnos dalis. Degimo reakcija prasideda šaltojoje liepsnos dalyje. Parafinas virsta įkaitintomis ir šviečiančiomis anglies dalelėmis. Įkišus į šią dalį šaltą daiktą, galima pastebėti, kaip jį aptraukia suodžiai. Mat šioje dalyje trūksta deguonies, todėl čia anglis išsiskiria laisva. Viršutinėje liepsnos dalyje anglis sudega iki CO_2, ir šios dalies praktiškai nematyti. Išsiskiria nemažas kiekis šilumos.

Šilumos kiekis, kurį išskiria sudegdamas 1 mol medžiagos, vadinamas *moline degimo šiluma*.
Molinė degimo šiluma yra tos reakcijos pastovus dydis.

Pažvelkite į 15.2 lentelę, palyginkite, kiek šilumos išskiria 1 g nurodytų rūšių kuro, ir pasakykite, kuris iš jų naudingiausias.

15.2 lentelė

Įvairių kuro rūšių palyginimas

Kuras	Formulė	Molinė degimo šiluma, kJ/mol	Degimo šiluma, kJ/g
Vandenilis	H_2	286	143
Metanas	CH_4	890	56
Butanas	C_4H_{10}	2876	50
Oktanas	C_8H_{18}	5472	48
Cukrus	$C_{12}H_{22}O_{11}$	5641	17
Akmens anglys	—	—	33
Mediena	—	—	19

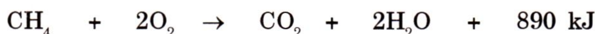
Molinė degimo šiluma yra pastovus dydis, todėl juo patogu remtis sprendžiant reakcijų lygtis. Pavyzdžiui, žinant sureagavusios medžiagos kiekį ir molinę degimo šilumą, galima apskaičiuoti, koks kiekis šilumos išsiskyrė toje reakcijoje.

Pavyzdys

Apskaičiuokime, koks kiekis šilumos išsiskyrė sudegus 1 l metano dujų (n. s.).

S p r e n d i m a s

Reakcijos lygtis:



$$CH_4 \quad + \quad 2O_2 \quad \rightarrow \quad CO_2 \quad + \quad 2H_2O \quad + \quad 890\ \text{kJ}$$

Sudegusio metano molių skaičius:

$$n(CH_4) = \frac{V(CH_4)}{V_M} = 1\ \text{l}/22{,}4\ \text{l/mol} = 0{,}0446\ \text{mol}.$$

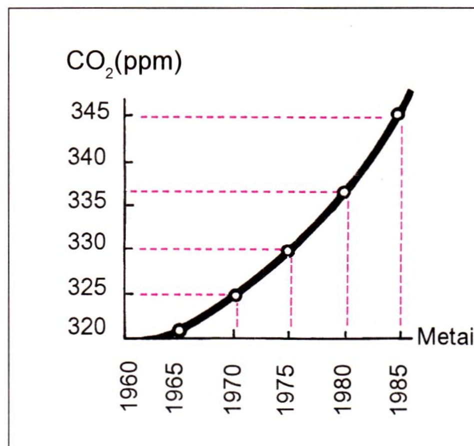
Išsiskyrusios šilumos kiekį pažymėkime x. Vienas molis metano degdamas išskiria 890 kJ šilumos. Tada teisingas santykis:

$$\frac{x}{890\ \text{kJ}} = \frac{0{,}0446\ \text{mol}}{1\ \text{mol}}; \quad x = 39{,}7\ \text{kJ}.$$

A t s a k y m a s: išsiskyrė 39,7 kJ šilumos.

Tiriant šiluminius efektus, daug pasidarbavo rusų mokslininkas G. Hesas.

15.3. KUO PAVOJINGAS KURAS



15.4 pav.

Deginant organinį kurą (dujas, naftos produktus), būtinai išsiskiria anglies (IV) oksidas. Atmosferoje jo kiekis kasmet didėja (15.4 pav.).

Mokslininkai prognozuoja, kad per didelis anglies (IV) oksido kiekis mūsų planetoje gali sukelti „šiltnamio" efektą. Mat Saulės spinduliai, pasiekę Žemę, ją šildo, o dalis šilumos vėl išspinduliuojama į kosmosą. Anglies (IV) oksidas ir vandens garai sudaro tarsį šydą, pro kurį negali prasiskverbti spinduliai. Iki šiol



15.3. KUO PAVOJINGAS KURAS

Žemėje buvo nusistovėjusi tam tikra temperatūrinė pusiausvyra. Nustatyta, kad jei nebūtų šiuo metu esamo anglies (IV) oksido ir vandens garų kiekio, mūsų planetos vidutinė temperatūra būtų lygi –25 ^{0}C, t. y. artima Marso temperatūrai. Tačiau jei šių medžiagų padaugėtų, klimatas Žemėje labai atšiltų: imtų tirpti Šiaurės ir Pietų ašigalių ledynai. Vanduo apsemtų pajūrio miestus ir gyvenvietes, labiau imtų garuoti jūrų ir vandenynų vanduo, dažnai lytų ir t. t.

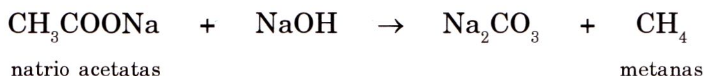
Dujinis kuras arba skystojo kuro garai dar labai pavojingi todėl, kad jų mišinys su oru yra sprogus.

Sprogimas — greitai savaime vykstanti cheminė reakcija, kurią sukelia šiluma, šviesa arba smūgis.

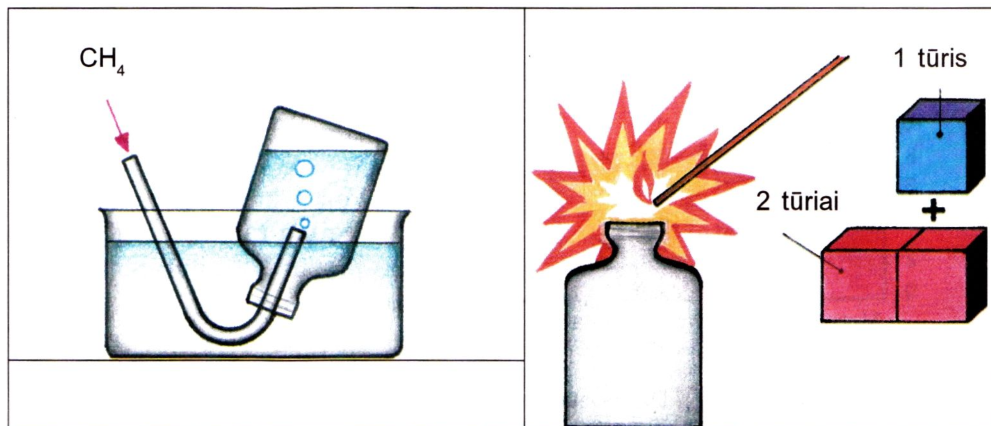
Dujų ir oro mišinio sprogimą gali sukelti menkiausia kibirkštėlė. Atlikime bandymą. Bet prieš tai užsidėkime apsauginius akinius!

1 b a n d y m a s (demonstracinis).

1. Į plastmasinį butelį, išstūmę vandenį, prileiskime metano dujų. Jos turi sudaryti 1/3 butelio tūrio (15.5 pav.). Metano galima gauti iš dujotiekio arba cheminiu būdu, kaitinant bevandenį natrio acetatą (acto rūgšties druską) su natrio šarmu:



$$\underset{\text{natrio acetatas}}{CH_3COONa} + NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + \underset{\text{metanas}}{CH_4}$$

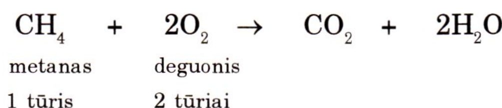


15.5 pav. **15.6 pav.**

2. Į likusį butelio tūrį prileiskime deguonies (iš gazometro arba kaitindami kalio permanganatą).

3. Po vandeniu butelį užkimškime kamščiu, stengdamiesi, kad neištekėtų surinktos dujos.

4. Ištraukime užkimštą butelį iš vandens ir prineškime prie liepsnos (degiklio arba degančios balanos). Atsargiai! Atkimšus kamštį, pasigirsta kurtinantis sprogimas. Metano ir deguonies tūrių santykį matote 15.6 paveiksle.



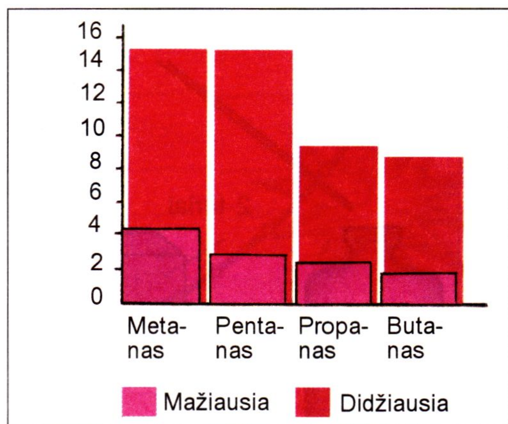
Dujų ir oro mišinys gali sprogti!

Kadangi deguonis sudaro tik 1/5 oro tūrio, geriausiai sprogsta 1 dalies metano ir 10 dalių oro mišinys. Tačiau sprogūs ir tie mišiniai, kurių dujų tūrio dalis yra mažesnė arba didesnė už tą, kurios reikia, kad vyktų reakcija. Šie dydžiai išreiškiami mažiausia ir didžiausia dujų tūrio dalimi ore (15.7 pav.).

Juo daugiau molių deguonies reikia 1 moliui dujų sudeginti, juo mažesnė yra dujų tūrio dalis sprogiame mišinyje (palyginkite metano ir propano degimo reakcijų lygtis bei sprogių mišinių sudėtį).

Propanas ir butanas — sunkesnės už orą dujos, todėl jų gali prisikaupti rūsyje, esančiame po virtuve, ir sudaryti su oru sprogų mišinį. Todėl tokioje virtuvėje neleidžiama naudotis dujine virykle.

Degiosios dujos yra bespalvės ir bekvapės, todėl pripildant balionus dujų perpumpavimo stotyse arba į dujotiekius prileidžiama nemalonų kvapą turinčių medžiagų. Pagal jas galima spręsti apie dujų nutekėjimą.



15.7 pav.

1. Kaip gaunamas metanas? Kokios dujos vadinamos suskystintosiomis?

2. Ką vadiname biodujomis? Kodėl?

3. Parašykite šių angliavandenilių degimo reakcijų lygtis:

a) propano; b) butano; c) heksano; d) oktano.

4. Koks tūris deguonies (n. s.) sunaudojamas degant 7,2 g pentano?

5. Pilname 2 l talpos virdulyje vandens temperatūra lygi 10 ^{0}C. 1 g vandens sušildyti 1 ^{0}C reikia 4,18 J šilumos. Kokį tūrį metano reikia sudeginti, norint vandenį užvirinti?

6. Automobilis, važiuodamas iš Vilniaus į Kauną (100 km), sudegino 8 l benzino. Benzino tankis 0,7 g/cm^3. Laikydami, kad benzinas — oktano izomerų mišinys, apskaičiuokite, koks tūris oro sunaudotas. Ore yra 21 % deguonies (tūrio dalimis).

7. Kas yra „šiltnamio" efektas? Koks jo poveikis planetos klimatui?

8. Apskaičiuokite, koks turėtų būti propano ir oro tūrių santykis, kad degimo reakcija vyktų iki galo. Kuo pavojingas toks mišinys?

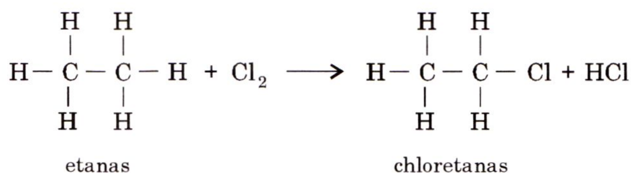
9. Apskaičiuokite, koks tūris anglies (IV) oksido susidarys, sudeginus 5,8 g butano, naudojamo dujiniams žiebtuvėliams užpildyti.

10. Koks kiekis šilumos išsiskiria sudegus 1,12 m^3 (n. s.) gamtinių dujų?

15.4. KITOS SOČIŲJŲ ANGLIAVANDENILIŲ CHEMINĖS SAVYBĖS

Sotieji angliavandeniliai įprastomis sąlygomis praktiškai nedalyvauja jokiose cheminėse reakcijose. Jų neveikia kalio permanganato tirpalas, vandeninis bromo ar chloro tirpalas, rūgščių ar šarmų tirpalai, metalai. Tai gana inertiškos medžiagos. Tačiau ypatingomis sąlygomis, pavyzdžiui, ultravioletinės lempos šviesoje, alkanai reaguoja su halogenais. Tokiose reakcijose halogenai (chloras ir bromas) gali pakeisti vieną ar kelis vandenilio atomus, sudarydami angliavandenilių halogeninius darinius.

Pavyzdžiui, iš etano taip pat galima gauti chloretaną:



Labai aktyviai reaguoja fluoras, paprastai pakeičiantis visus vandenilio atomus.

Angliavandenilių halogeniniai dariniai plačiai naudojami pramonėje ir buityje (15.3 lentelė).



15.4. KITOS SOČIŲJŲ ANGLIAVANDENILIŲ CHEMINĖS SAVYBĖS

15.3 lentelė

Kai kurių angliavandenilių halogeninių darinių panaudojimas

Pavadinimas	Cheminė formulė	Virimo temperatūra, ^0C	Panaudojimas
Dichlormetanas	CH_2Cl_2	40,1	Tirpiklis; acetatinių pluoštų gamyboje
Trichlormetanas (chloroformas)	$CHCl_3$	61,2	Žaliava freonams gaminti; narkotikas
Tetrachlormetanas (anglies tetrachloridas)	CCl_4	76,7	Tirpiklis; žaliava freonams gaminti
Etilo chloridas	C_2H_5Cl	12,3	Šaldo, naudojamas nuskausminimui; žaliava organinės chemijos pramonėje
Etilo bromidas	C_2H_5Br	38,4	Narkotikas, mažina skausmą
Dichloretanas	$C_2H_4Cl_2$	83,5	Tirpiklis; žaliava polivinilchlorido gamyboje
Freonas F-12	CF_2Cl_2	–29,8	Šaldymo agentas (pavyzdžiui, šaldytuvuose „Snaigė"-117), medžiaga aerozoliams
Freonas F-11	$CFCl_3$	23,7	Šaldymo agentas; medžiaga aerozoliams

Palyginti neseniai buvo pastebėta, kad freonų naudojimas kelia grėsmę Žemės ozono sluoksniui. Šios medžiagos, patekusios į viršutinius atmosferos sluoksnius, reaguoja su ozonu. Todėl jau nuo 1978 m. daugelyje šalių aerozoliniai balionėliai su freonu nenaudojami. Stengiamasi jų atsisakyti ir konstruojant naujus šaldytuvus.

Daugelis angliavandenilių halogeninių darinių yra naudojami kovai su žemės ūkio kenkėjais ir augalų ligomis.

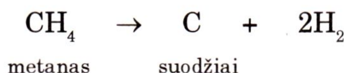
Esant aukštai temperatūrai ir veikiant katalizatoriams, gali nutrūkti angliavandenilių C — C ir C — H jungtys. Vadinasi, vyksta **skilimo** reakcijos. Jonavos „Achemos" azotinių trąšų gamykloje iš metano gaminamas vandenilis, kuris naudojamas amoniakui gauti:



$$CH_4 + 2H_2O \rightarrow CO_2 + 3H_2$$

Reakcija vyksta esant aukštai temperatūrai.

Kaitinant be oro, iš metano galima gauti suodžius, naudojamus padangoms, spaustuviniams dažams gaminti:



$$\underset{\text{metanas}}{CH_4} \rightarrow \underset{\text{suodžiai}}{C} + 2H_2$$

Suodžiai taip pat susidaro, jei blogai sureguliuota dujinė viryklė ir degimo mišinyje trūksta oro.

Sotieji angliavandeniliai su halogenais (išskyrus jodą) gali dalyvauti pakeitimo reakcijose. Esant aukštai temperatūrai ir veikiant katalizatoriams, vyksta angliavandenilių skilimo reakcijos.

1. Kokios reakcijos būdingos sotiesiems angliavandeniliams? Kokių joms reikia sąlygų?

2. Kur naudojami angliavandenilių halogeniniai dariniai? Kuo jie ypatingi?

3. Kuo pavojingi gamtai freonai? Kodėl dabar aerozoliniuose balionėliuose vietoj freonų naudojamas propanas? Kodėl ant aerozolinių balionėlių rašoma, kad draudžiama jais naudotis šalia atviros ugnies?

4. Parašykite lygtis reakcijų, kuriose galima gauti šiuos angliavandenilių halogeninius darinius:

a) dichlormetaną; b) tetrachlormetaną (anglies tetrachloridą).

5. Ligoninėse jodoformas naudojamas kaip dezinfekcinė medžiaga. Parašykite jo struktūrinę formulę, žinodami, kad tai metano darinys, turintis 96,7 % jodo, 3,05 % anglies ir 0,25 % vandenilio.

6. Apskaičiuokite, kiek vandenilio dujų galima gauti iš 2,24 m^3 metano (n. s.) dujų. Koks metano tūris reikalingas 1 t amoniako pagaminti, sintetinant amoniaką iš azoto ir vandenilio?

7. Lietuva per metus suvartoja apie 4 mlrd. kubinių metrų gamtinių dujų. Apskaičiuokite, kaip pasikeistų Baltijos jūros vandens temperatūra, jei visos per metus gautos dujos būtų panaudotos jūros vandeniui šildyti. Baltijos jūros tūris 20 300 km^3, vidutinė vandens temperatūra lygi 4 ^{0}C.

8. Apskaičiuokite, kiek suodžių išsiskirs ir koks tūris vandenilio (n. s.) susidarys kaitinant 300 kg etano.

16. NESOTIEJI IR AROMATINIAI ANGLIAVANDENILIAI

Nagrinėdami anglies alotropines atmainas, sužinojome, kad anglies atomai gali jungtis vieni su kitais, sudarydami dvigubąsias arba trigubąsias jungtis (pavyzdžiui, karbinas), uždarus ciklus, turinčius dvigubąsias jungtis, ir jų neturinčius (grafitas, fulerenas). Taip anglies atomai gali būti susijungę nesočiuosiuose ir cikliniuose bei aromatiniuose angliavandeniliuose.

Nesočiaisiais vadinami angliavandeniliai, turintys dvigubųjų ar trigubųjų jungčių.

Išnagrinėkime eteno, etino ir benzeno sandarą, palyginkime jų chemines savybes.

B a n d y m a s (demonstracinis). Į tris mėgintuvėlius įpilkime po 1 ml bromo vandens (vandeninio bromo tirpalo). Į pirmą leiskime dujinį eteną, į antrą — etiną, trečio mėgintuvėlio turinį sumaišykime su 1 ml skysto benzeno. Bandymo rezultatus surašykime į 16.1 lentelę.

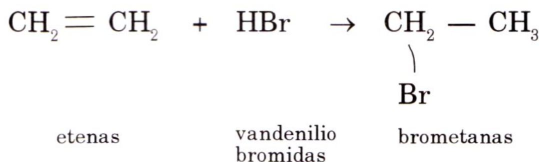
16.1 l e n t e l ė

Pavadinimas	Etenas	Etinas	Benzenas
Molekulinė formulė	C_2H_4	C_2H_2	C_6H_6
Struktūrinė formulė	$H_2C{=}CH_2$	H−C≡C−H	C_6H_6 (šešianaris žiedas C su pakaitomis dvigubomis jungtimis, prie kiekvieno C – H)
Modelis			
Agregatinė būsena	Dujos	Dujos	Skystis
Reakcija su bromo vandeniu	Spalva išblunka	Spalva išblunka	Bromo vandens neblukina
Reakcijos lygtis	$CH_2{=}CH_2 + Br_2 \longrightarrow CH_2Br{-}CH_2Br$ etenas 1,2-dibrometanas	$CH \equiv CH + 2Br_2 \longrightarrow CHBr_2{-}CHBr_2$ etinas 1,1,2,2-tetrabrometanas	Tokiomis sąlygomis reakcija nevyksta

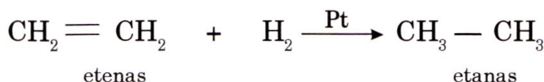


16. NESOTIEJI IR AROMATINIAI ANGLIAVANDENILIAI

Angliavandenilio savybės labai priklauso nuo nesočiosios jungties. Dvigubosios ir trigubosios jungtys yra mažiau chemiškai patvarios, bromas jas nutraukia, tarp anglies atomų palikdamas viengubąsias jungtis. Nesotieji angliavandeniliai reaguoja ir su vandenilio halogenidais (HCl, HBr). Reakcijoje vandenilio halogenidas prisijungia prie dvigubosios jungties:



Esant katalizatoriams, prie dvigubosios ar trigubosios jungties gali prisijungti vandenilio molekulės:

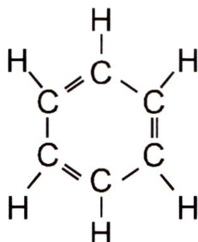


Benzeno sandara ypatinga. Jo molekulėje visi anglies atomai vienodi. Prie dvigubųjų jungčių, esančių benzeno molekulėje, paprastai prisijungimo reakcijos nevyksta. Benzenas ir jo dariniai, turintys benzeno molekulės fragmentą, vadinami *aromatiniais junginiais*.

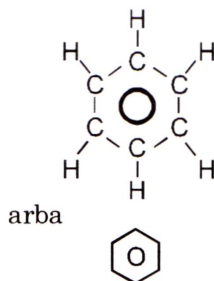
Dar XIX a. iš augalo, rasto Sumatroje, žievės buvo išskirtas angliavandenilis, kuriame anglies ir vandenilio atomų santykis molekulėje yra 1:1. Jo empirinė formulė CH. Netrukus buvo nustatyta, kad šio angliavandenilio molekulinė formulė C_6H_6. Pagal augalo pavadinimą jis pavadintas *benzenu*. Ištyrus paaiškėjo, kad benzenas — ciklinis angliavandenilis. Jo fragmentų yra tokiose kvapiose medžiagose, kaip vanilė ir cinamonas. Iš čia ir kilo aromatinių junginių pavadinimas. Netrukus aromatinių junginių rasta akmens anglies koksavimo dujose ir kt.

Vokiečių chemikas F. Kekulė (1829—1896) pirmasis nustatė benzeno struktūrą (16.1 pav.).

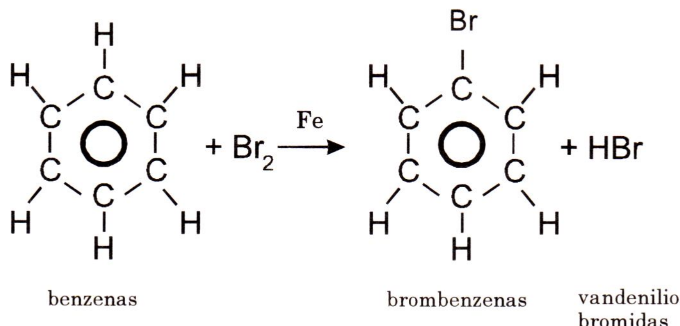
Kekulės formulė



Šiuolaikinė formulė



16.1 pav.



16.2 pav.

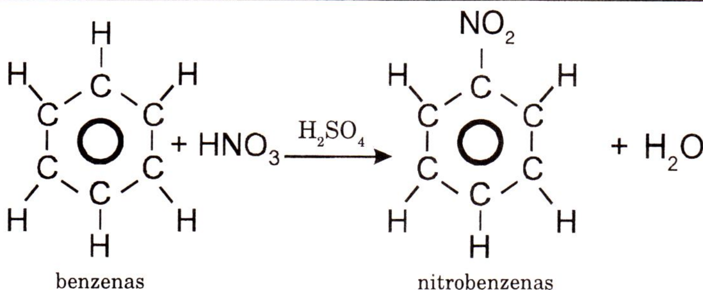
Pasakojama, kad mokslininkas susapnavo šešias susikibusias beždžiones, kurios sukosi ratu. F. Kekulei kilo idėja: benzenas yra angliavandenilis, kurio atomai susijungę į uždarą šešiakampį ciklą.

Kadangi benzeno savybės labai skiriasi nuo nesočiųjų angliavandenilių savybių, priimta žymėti, kad dvigubosios jungtys yra pasiskirsčiusios po visą žiedą. Kartais anglies ir vandenilio atomai praleidžiami ir žymimas tik molekulės skeletas.

Benzenas su bromu gali reaguoti tik ypatingomis sąlygomis — kai yra katalizatoriai (pavyzdžiui, geležis). Tačiau bromas ne prisijungia prie dvigubųjų jungčių, kaip nesočiuosiuose angliavandeniliuose, o tik pakeičia vieną iš benzeno molekulės vandenilio atomų (16.2 pav.).

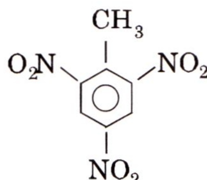
Benzenui ir kitiems aromatiniams angliavandeniliams būdingos pakeitimo, o ne prisijungimo reakcijos.

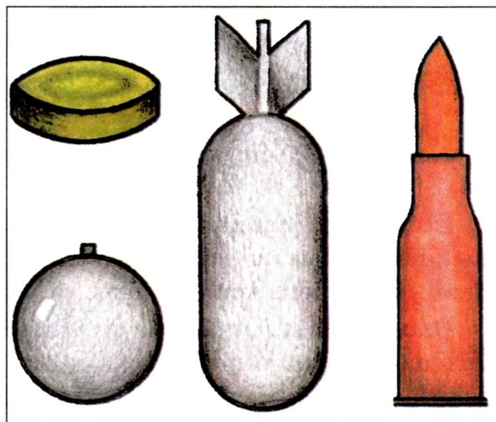
Pakeitimo reakcijose iš benzeno ir tolueno gaunama daug reikalingų produktų. Benzeną veikiant azoto ir sieros rūgščių mišiniu, gaminamas nitrobenzenas (nitrogrupė NO_2) (16.3 pav.).



16.3 pav.

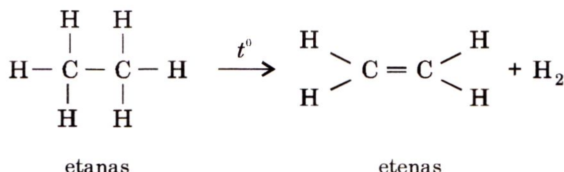
Iš nitrobenzeno gaunami dažai. Panašioje reakcijoje iš tolueno gaminamas 2,4,6-trinitrotoluenas (trotilas, tolas) — galinga sprogstamoji medžiaga (sprogimo ekvivalentas), naudojama sprogmenims (bomboms, artilerijos sviediniams ir pan.) gaminti (16.4 pav.):





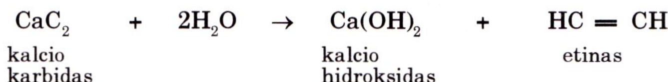
16.4 pav.

Pramonėje nesotieji angliavandeniliai gaunami kaitinant naftos produktus. Šis procesas vadinamas krekingu (angl. *crack* — „nutrūkti"). Veikiant katalizatoriams ir esant aukštai temperatūrai (450—550 °C), nutrūksta anglies—vandenilio ir anglies—anglies jungtys ir tarp anglies atomų susidaro dvigubosios jungtys:

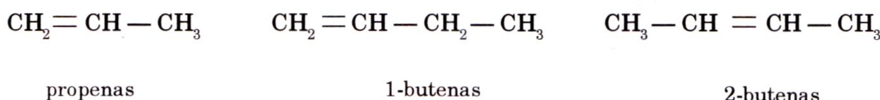


Benzenas paprastai gaunamas perdirbant akmens anglis arba krekinguojant naftą specialiais katalizatoriais.

Laboratorijoje etenas gaunamas etilo alkoholį kaitinant su sieros rūgštimi. Etiną galima gauti iš kalcio karbido (CaC_2):



Sudarant nesočiųjų angliavandenilių pavadinimus, sočiųjų angliavandenilių pavadinimų priesaga ir galūnė *-anas* keičiama į *-enas* (jei jungtis dviguboji) arba *-inas* (jei jungtis triguboji). Dvigubųjų ir trigubųjų jungčių vieta, jei reikia, pažymima numeriais:



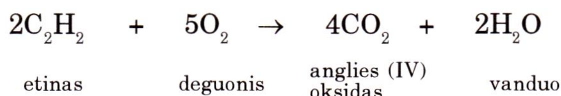
Nesotieji angliavandeniliai, turintys vieną dvigubąją jungtį, vadinami *alkenais*, o turintys vieną trigubąją jungtį — *alkinais*.

Alkenų formulė C_nH_{2n}, o alkinų — C_nH_{2n-2}; *n* — anglies atomų skaičius.

Nesotieji ir aromatiniai angliavandeniliai labai plačiai naudojami (16.5 pav.).

Etenas turi įdomią savybę — jis pagreitina vaisių, uogų nokimą. Vadinasi, nuskintus žalius vaisius galima transportuoti, o paskui jų nokimą paspartinti etenu, kuris nėra kenksmingas.

Daug etino sunaudojama statybose ir pramonėje metalams virinti. Kalcio karbidą veikiant vandeniu, gaunamas etinas. Jis dega rūkstančia liepsna ir išskiria daug suodžių. Kad etinas visiškai sudegtų, pučiamas deguonis. Liepsnos temperatūra labai aukšta (net apie 3000 ^{0}C). Vyksta tokia reakcija:



$$2C_2H_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 2H_2O$$

etinas deguonis anglies (IV) oksidas vanduo

Sukonstruoti specialūs degikliai, vadinami acetileniniais, nes seniau etinas buvo vadinamas acetilenu. Jo liepsna statybose ir pramonėje pjaustomas ir virinamas metalas (16.6 pav.).



16.5 pav.



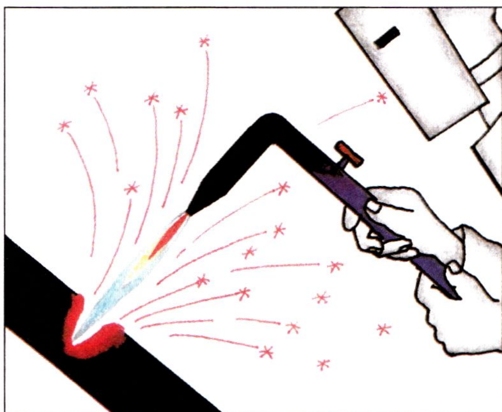
1. Kokie angliavandeniliai vadinami nesočiaisiais?

2. Kodėl benzeno molekulės liekaną turintys angliavandeniliai vadinami aromatiniais? Paaiškinkite šio pavadinimo istorinę kilmę ir cheminę reikšmę.

3. Toluenas vadinamas metilbenzenu. Parašykite jo molekulinę ir struktūrinę formules.

4. Kokios reakcijos būdingos aromatiniams angliavandeniliams?

5. Junginio molekulinė formulė C_7H_8. Kaip įrodyti, kad šis junginys aromatinis?



16.6 pav.

6. Parašykite benzeno chlorinimo reakciją (kai yra katalizatorius).

7. Stipriai apšvietus ir esant aukštai temperatūrai, prie 1 mol benzeno gali prisijungti 3 mol chloro. Parašykite reakcijos lygtį. (Šioje reakcijoje benzeno savybės yra tokios pačios, kaip nesočiųjų angliavandenilių.)

8. Laikykime, kad 2,4,6-trinitrotolueno degimo produktai yra CO_2, N_2, H_2O. Parašykite degimo reakcijos lygtį. Apskaičiuokite, kiek dujų sprogimo metu susidarytų (n. s.) iš 100 g trotilo.

9. Apskaičiuokite, kiek izomerų turi šie alkenai:

a) C_4H_8; b) C_5H_{10}.

10. Parašykite šių junginių pavadinimus:

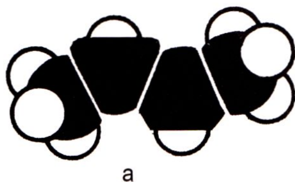
a) $CH_3-CH=CH_2$;

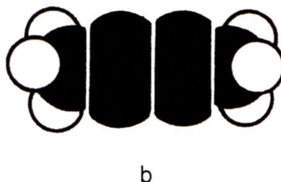
b) $CH_3-CH=CH-CH_3$

c) $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH=CH_2$;

d) $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$.

11. 16.7 paveiksle pateikti du junginiai. Kuris iš jų yra 2-butenas, o kuris — 2-butinas? Parašykite šių junginių struktūrines formules.





16.7 pav.

12. Kokios reakcijos būdingos nesotiesiems angliavandeniliams? Parašykite tokių reakcijų pavyzdžių.

13. Parašykite reakcijos lygtis:

a) eteno ir chloro; b) propeno ir bromo.

14. Ar vyks prisijungimo reakcijos, veikiant bromo tirpalu šiuos junginius:
a) propiną; b) propaną; c) 1-buteną; d) butaną; e) 1-penteną; f) 2-penteną; g) 1-pentiną?
Parašykite reakcijų lygtis.

15. Kurie iš šių angliavandenilių gali išblukinti bromo vandenį:
a) C_3H_8; b) C_2H_4; c) C_4H_{10}; d) CH_4; e) C_3H_6; f) C_4H_8?

16. Apskaičiuokite, kokio tūrio deguonies prireiks 1 m^3 (n. s.) etino dujų sudeginti.

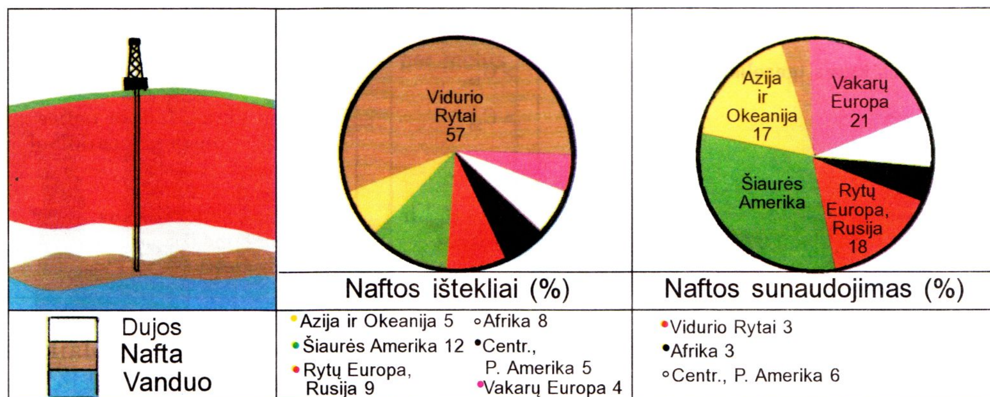
17. GAMTINIAI ANGLIAVANDENILIŲ ŠALTINIAI

Pagrindiniai gamtiniai angliavandenilių šaltiniai yra dujos, nafta ir akmens anglių perdirbimo produktai.

Gamtinės dujos ir nafta gręžiama iš Žemės gelmių (17.1 pav.), o akmens anglys kasamos. Iki šiol neaišku, kaip susidarė šie gamtiniai angliavandeniliai. Pagal vieną iš teorijų, jie susiformavo gilioje senovėje, kai Žemėje vyravo jūriniai mikroorganizmai. Žuvę jie nugrimzdavo į jūros dugną ir, veikiami didžiulio slėgio, šilumos ir bakterijų, virto nafta ir dujomis. Vadinasi, tai ilgainiui išseksiantys šaltiniai, todėl juos reikia ypač tausoti. Spėjama, kad metano yra kitose planetose (pavyzdžiui, Marse), taigi dujos ir nafta galėjo susidaryti ir kitokiu būdu.

Manoma, kad dabar Žemėje iš viso yra 135 mlrd. tonų naftos atsargų. Šiek tiek naftos (išžvalgyta apie 5 mln. tonų) yra ir vakarinėje Lietuvos dalyje, keletas gręžinių jau eksploatuojama. Spėjama, kad nemaža naftos yra po Baltijos jūra. Per metus visame pasaulyje sunaudojama daugiau kaip 3 mlrd. tonų naftos ir jos produktų. Naftos atsargų Žemėje yra labai nevienodai (17.2 pav.). Daugiausia jos ir išgaunama Artimuosiuose Rytuose, o daugiausia sunaudojama Šiaurės Amerikoje ir Vakarų Europoje.

Lietuvos naftos atsargos labai kuklios. Kasmet mūsų šalis sunaudoja apie 4—5 mln. tonų naftos ir jos produktų, todėl didžioji jos dalis į Lietuvą yra įvežama iš svetur.



17.1 pav. **17.2 pav.**



17. GAMTINIAI ANGLIAVANDENILIŲ ŠALTINIAI

Daugiausia angliavandeniliai deginami kaip kuras. Ilgą laiką žmonija tam naudojo medį, vėliau akmens anglis. Tik XIX—XX amžių sandūroje išmokta perdirbti naftą. Vėliausiai pradėtos deginti gamtinės dujos. Didžioji dalis išgaunamos naftos (net 87 %) ir beveik visos gamtinės dujos sudeginamos. Rusų chemikas D. Mendelejevas yra pasakęs: „Deginti naftą — tas pats, kas kūrenti krosnį popieriniais pinigais". Deja, organinio kuro dalis ir Lietuvos, ir viso pasaulio energetikoje labai didelė (17.3 pav.).

Dujos tiekiamos vamzdynais, kaupiamos požeminiuose rezervuaruose. Paprastai kurui jos naudojamos neperdirbtos. Tačiau naftą perdirbti būtina.

Nafta yra angliavandenilių mišinys.
Naftą galima perdirbti dviem būdais — distiliavimo ir krekingo būdu.

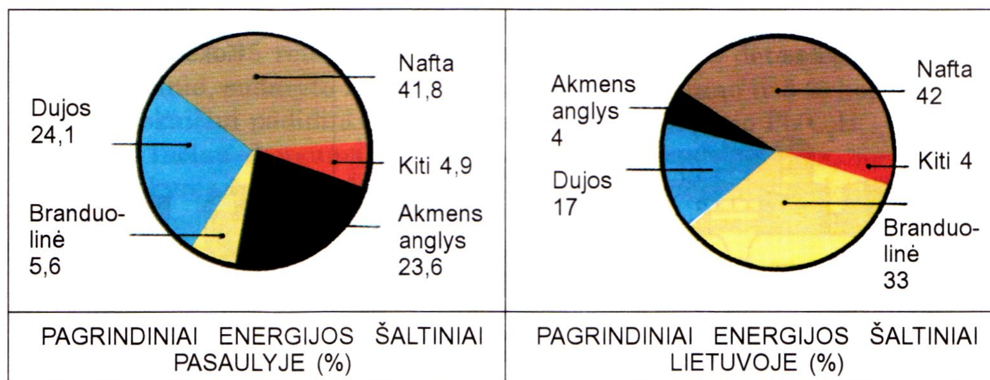
Distiliuojant iš naftos, remiantis skirtingomis virimo temperatūromis, išskiriami angliavandeniliai (17.1 lentelė).

17.1 lentelė

Naftos produktai

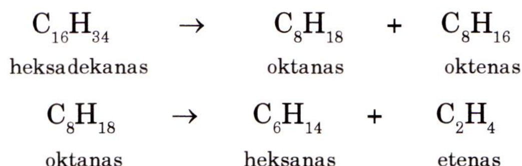
Naftos produkto pavadinimas	Virimo temperatūra, °C	Anglies atomų skaičius molekulėje	Paskirtis
Naftos dujos	< 20	C_1— C_4	Kuras, suskystintosios dujos (C_3— C_4)
Petroleteris	20 — 120	C_5— C_7	Tirpiklis
Benzinas	100 — 200	C_7— C_{10}	Automobilių kuras
Žibalas	200 — 300	C_{11}— C_{18}	Aviacinis kuras
Dyzelinis kuras (gazolis)	250 — 350	> C_{16}	Kuras dyzeliniams varikliams
Mazutas	300 — 370	> C_{20}	Krosnių kuras, žaliava naftos krekingui; tepalams, parafinui gaminti
Bitumas	> 370	C_{20}— C_{100} ir daugiau	Nedistiliuojama liekana. Izoliacinė medžiaga; keliams tiesti

Nafta distiliuojama aukštose rektifikavimo kolonose. Todėl šiuolaikinė naftos gamykla — tai metalinės uždaros kolonos, ilgi vamzdynai. Tokia yra Mažeikių naftos perdirbimo gamykla, galinti kasmet perdirbti daugiau kaip 12 mln. tonų naftos (17.4 pav.).



17.3 pav.

Iš sunkiųjų naftos produktų (pavyzdžiui, mazuto) krekinguojant galima gaminti šviesiuosius produktus (žibalą, benziną). Tai ilgesniųjų angliavandenilių skaldymo būdas (prisiminkite alkenų susidarymo reakciją). Pavyzdžiui, angliavandenilis $C_{16}H_{34}$ gali skilti taip:



$$\underset{\text{heksadekanas}}{C_{16}H_{34}} \rightarrow \underset{\text{oktanas}}{C_8H_{18}} + \underset{\text{oktenas}}{C_8H_{16}}$$

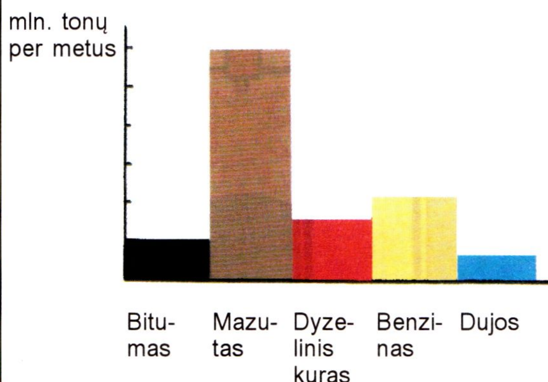
$$\underset{\text{oktanas}}{C_8H_{18}} \rightarrow \underset{\text{heksanas}}{C_6H_{14}} + \underset{\text{etenas}}{C_2H_4}$$

Krekingo metu gaunamus dujinius produktus (eteną, propeną, vandenilį ir kt.) galima perdirbti toliau arba sudeginti.

Mažeikių naftos perdirbimo gamykloje gaminama daug įvairių naftos produktų (17.5 pav.). Apie 17 % naftos čia perdirbama krekingo būdu.



17.4 pav.



17.5 pav.

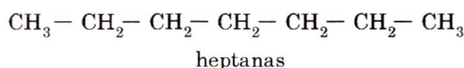
Degutas	Koksas	Kokso dujos
Benzenas ir jo dariniai. Išdistiliavus išskiriami angliavandeniliai ir kt.	Korėta, aktyvioji anglis. Naudojama metalurgijoje	Amoniakas, vandenilis, etenas. Naudojamas azoto trąšoms gauti, taip pat kaip kuras

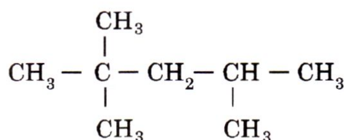
17.6 pav.

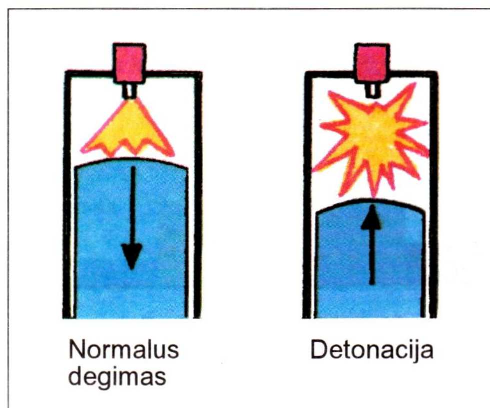
Akmens anglių koksavimas. Daug angliavandenilių gaunama koksuojant akmens anglis. Koksavimas — tai anglių kaitinimas be oro, esant aukštai temperatūrai (apie 1000 °C). Reakcijos produktai — kietas koksas, degutas ir kokso dujos. Kokso dujose yra amoniako, vandenilio, eteno, o degute — benzeno ir jo darinių (17.6 pav.).

Benzinas — laki naftos frakcija, naudojama kaip automobilių kuras. Turbūt pastebėjote, kad benzino rūšis apibūdinama tam tikrais skaičiais, pavyzdžiui, A-76, A-92, A-95, A-98. Ką jie reiškia?

Prisiminkite iš fizikos kurso, kaip veikia vidaus degimo variklis. Jame benzino ir oro garai stūmokliu suslegiami, o žvakė tuo metu įskelia kibirkštį. Kartais mišinys užsiliepsnoja savaime, įvyksta sprogimas, arba *detonacija* (17.7 pav.), todėl greičiau dėvisi variklis. Kiekvienam varikliui turi būti pritaikytas reikiamos kokybės benzinas. Labai sprogūs yra linijinių angliavandenilių ir oro mišiniai, tuo tarpu šakotųjų angliavandenilių mišiniai su oru atsparesni detonacijai. Benzino rūšis apibūdinama *oktaniniu skaičiumi*. Susitarta laikyti, kad heptanas turi nulinį oktaninį skaičių, o 2,2,4-trimetilpentanas (izooktanas) — 100:







17.7 pav.

Vadinasi, **šakotieji angliavandeniliai turi didesnį oktaninį skaičių**. Taigi užrašas A-95 reiškia, kad benzino tokios pačios detonacinės savybės, kaip ir mišinio, sudaryto iš 95 % (pagal masę) izooktano ir 5 % heptano. Oktaniniam skaičiui padidinti pridedama organinio junginio $Pb(C_2H_5)_4$ — tetraetilšvino. Tačiau dauguma Europos valstybių jo nebenaudoja, nes degimo metu išsiskyręs švinas nuodija orą, pakelių dirvožemį ir vandenis. Taikant naujas technologijas, išmokta gaminti labai didelio oktaninio skaičiaus benziną. Tokiam benzinui nereikia švino junginių priedų.

 1. Kokiais būdais galima perdirbti naftą? Kuris iš jų yra fizikinis, o kuris — cheminis?

2. Kokių angliavandenilių — aromatinių ar nearomatinių — yra daugiau naftoje ir kokių — akmens anglių kokso degute? Atsakydami remkitės grafito sandara, būdinga ir akmens anglims.

3. Kuo pavojingas naftos produktų, kaip kuro, naudojimas? Kokius padarinius tai gali sukelti? Kokius dar žinote energijos šaltinius?

4. Tarkime, kad benzinas sudarytas tik iš heptano ir izooktano mišinio. Sudegus 1 g tokio benzino, išsiskyrė 3,0872 g CO_2. Koks šio benzino oktaninis skaičius?

5. Paprastai naftoje yra apie 85 % anglies. Apskaičiuokite, koks tūris CO_2 (n. s.) kasmet išmetamas į atmosferą Lietuvoje, jei per metus sudeginama 90 % iš 4 mln. tonų naftos.

6. Pasaulyje kasdien sunaudojama apie 8,2 mln. tonų naftos. Apskaičiuokite, kiek naftos kasdien sunaudojama Lietuvoje ir kokia tai pasaulyje sunaudojamo kiekio dalis?

7. Kaip galima atpažinti, kad benzinas gautas krekingo būdu?

18. ANGLIAVANDENILIŲ SAVYBIŲ APIBENDRINIMAS

Angliavandeniliai

Sotieji	**Nesotieji**	**Aromatiniai**
Visos jungtys, kuriomis sujungti anglies ir vandenilio atomai, viengubosios	Yra dvigubųjų $>C=C<$ arba trigubųjų $C \equiv C$ jungčių	Molekulėje yra benzeno žiedo fragmentas CH HC CH HC CH CH
Alkanai	**Alkenai ir alkinai**	**Benzeno dariniai**
Bendroji formulė C_nH_{2n+2}	Alkenų bendroji formulė C_nH_{2n}, alkinų C_nH_{2n-2}	Yra benzeno žiedo liekana
Pavyzdžiai: CH_4 — metanas C_2H_6 — etanas $CH_3CH_2CH_3$ — propanas	Pavyzdžiai: $CH_2{=}CH_2$ — etenas, $CH \equiv CH$ — etinas $CH_2{=}CH{-}CH_3$ — propenas $CH \equiv C - CH_3$ — propinas	Pavyzdžiai: CH HC CH HC CH CH benzenas CH_3 C HC CH HC CH CH toluenas
Chemiškai neaktyvūs	Chemiškai aktyvūs	Reaguoja esant katalizatoriams
Neblukina bromo vandens	Blukina bromo vandenį	Neblukina bromo vandens
Būdingos reakcijos (pakeitimo) $CH_3-CH_3 + Cl_2 \rightarrow$ $\rightarrow CH_3-CH_2Cl$	Būdingos reakcijos (prisijungimo) $CH_2=CH_2 + Br_2 \rightarrow$ $\rightarrow BrCH_2-CH_2Br$ $CH \equiv CH + 2Br_2 \rightarrow$ $\rightarrow Br_2CH-CHBr_2$	Būdingos reakcijos (pakeitimo) CH HC CH HC CH CH $+ Br_2 \xrightarrow{Fe}$ CH HC C−Br HC CH CH $+ HBr$
(degimo) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow$ $\rightarrow CO_2 + 2H_2O$	(degimo) $C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow$ $\rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$ $2C_2H_2 + 5O_2 \rightarrow$ $\rightarrow 4CO_2 + 2H_2O$	(degimo) $2C_6H_6 + 15O_2 \rightarrow$ $\rightarrow 12CO_2 + 6H_2O$

19. FUNKCINIŲ GRUPIŲ CHEMIJA

19.1. FUNKCINĖS GRUPĖS

Nors anglis ir vandenilis — pagrindiniai organinių junginių cheminiai elementai, tačiau, be jų, šiuose junginiuose yra kitokių elementų, visų pirma deguonies, azoto, sieros, fosforo. Šių elementų atomų yra *funkcinėse grupėse*.

Funkcinėmis grupėmis **vadinamos molekulės struktūrinės dalys, būdingos tik tai organinių junginių klasei ir lemiančios junginio chemines savybes.**

Išnagrinėkime pateiktus modelius ir junginių formules (19.1 lentelė). Atkreipkite dėmesį — metilo radikalas (CH_3–) kiekvienu atveju sujungtas su skirtingomis funkcinėmis grupėmis. Tokių junginių savybės nepaprastai skiriasi, nes jas lemia funkcinė grupė. Pagal šias grupes junginiai priskiriami skirtingoms klasėms (19.1 lentelė).

19.1 lentelė

Kai kurių skirtingų klasių junginių savybių palyginimas

Modelis ir formulė	Pavadinimas	Savybės	Funkcinė grupė	Klasė
CH_3Cl	Chlormetanas	Vandenyje mažai tirpios, saldžiai kvepiančios dujos; virimo temperatūra lygi –24,2 °C	Cl	Halogeniniai dariniai
CH_3OH	Metanolis	Silpnai kvepiantis, labai nuodingas, gerai tirpstantis vandenyje skystis; virimo temp. lygi 65 °C; tirpalas neutralus	OH	Alkoholiai
CH_3NH_2	Aminometanas (metilaminas)	Bjauraus kvapo, tirpstančios vandenyje dujos; virimo temp. lygi –6,3 °C; tirpalas bazinis	NH_2	Aminai

19.1 lentelės tęsinys

Modelis ir formulė	Pavadinimas	Savybės	Funkcinė grupė	Klasė
$CH_3-C(=O)-H$	Etanalis (acetaldehidas)	Supuvusių obuolių kvapo, tirpstantis vandenyje skystis; virimo temp. lygi 20,8 °C; tirpalas neutralus	$-C(=O)-H$	Aldehidai
$CH_3-C(=O)-CH_3$	Propanonas (acetonas)	Svaigaus kvapo, gerai tirpstantis vandenyje skystis; virimo temp. lygi 56 °C; tirpalas neutralus	$-C(=O)-$	Ketonai
$CH_3-C(=O)-OH$	Etano rūgštis (acto rūgštis)	Aštraus kvapo medžiaga; vandeninis tirpalas vadinamas actu; virimo temp. lygi 118 °C; tirpalas rūgštus	$-C(=O)-OH$	Karboksirūgštys

Funkcinėmis grupėmis galėtume laikyti ir dvigubąsias bei trigubąsias jungtis, taip pat ciklinių angliavandenilių liekanas, benzeno žiedą ir kt.

O dabar išsiaiškinkime, kaip sudaromi šių junginių pavadinimai. Prisiminkime, kad ir šiuo atveju svarbiausia žinoti anglies atomų skaičių molekulėje. **Visi pavadinimai sudaromi, pagrindu laikant atitinkamo angliavandenilio, sujungto su funkcine grupe, pavadinimo šaknį. Jei funkcinėje grupėje yra anglies atomų, tai jie laikomi angliavandenilio liekanos anglies atomais** (19.2 ir 19.3 lentelė).

19.2 lentelė

Angliavandenilis	Etanas CH_3-CH_3	Etanas CH_3-CH_3	Etanas CH_3-CH_3
Junginiai	CH_3-CH_2-OH	$CH_3-C(=O)-H$	$CH_3-C(=O)-OH$
Modeliai			
Pavadinimas	etanolis	etanalis	etano rūgštis

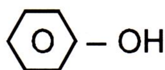
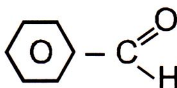
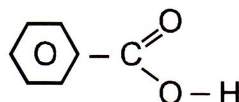
19.3 lentelė

Įvairių junginių pavadinimų sudarymas

Junginių klasė	Funkcinė grupė	Pavadinimo sudarymas	Pavyzdys ir pavadinimas
Alkoholiai	$-OH$	Angliavandenilio pavadinimo šaknis + *olis*	CH_3-OH metan*olis*
Aldehidai	$-C(=O)-H$	Angliavandenilio pavadinimo šaknis (įskaitant funkcinės grupės C atomą) + *alis*	$CH_3-C(=O)-H$ etan*alis*
Ketonai	$-C(=O)-$	Angliavandenilio pavadinimo šaknis (įskaitant funkcinės grupės C atomą) + *onas*	$CH_3-C(=O)-CH_3$ propan*onas* (acetonas)
Rūgštys	$-C(=O)-OH$	Angliavandenilio pavadinimas (įskaitant funkcinės grupės C atomą) + *rūgštis*	$CH_3-C(=O)-OH$ etano *rūgštis* (acto rūgštis)
Aminai	$-NH_2$ $-NH-$ $>N-$	*Amino* + angliavandenilio pavadinimas	CH_3-NH_2 *amino*metanas



19.1. FUNKCINĖS GRUPĖS

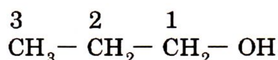
		
fenolis	benzaldehidas	benzoinė rūgštis

19.1 pav.

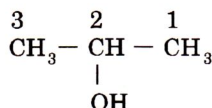
Labai dažnai greta šių pavadinimų vartojami įprasti (trivialūs) sinonimai, pavyzdžiui, acto rūgštis, acetonas. Benzeno darinių, turinčių skirtingas funkcines grupes, pavadinimai visiškai skirtingi (19.1 pav.).

Funkcinės grupės su angliavandenilių liekanomis gali būti sujungtos skirtingose vietose.

Tada funkcinės grupės vieta angliavandenilio grandinėje nurodoma numeriu. Pavyzdžiui:



ir



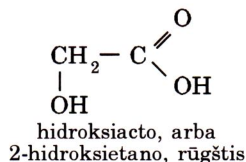
1-propanolis

2-propanolis

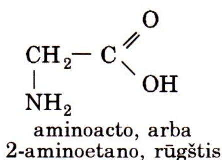
Viename junginyje gali būti kelios vienodos ar skirtingos funkcinės grupės.

Tokių junginių pavyzdžius matote 19.2 paveiksle.

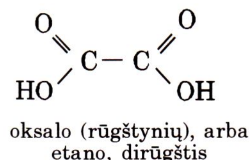
Kaip matyti iš pateiktų pavyzdžių, funkcinės grupės labai paįvairina organinius junginius, padidina jų skaičių.



hidroksiacto, arba 2-hidroksietano, rūgštis



aminoacto, arba 2-aminoetano, rūgštis



oksalo (rūgštynių), arba etano, dirūgštis

19.2 pav.

1. Ką vadiname funkcinėmis grupėmis?

2. Parašykite junginių formules, parinkdami iš 19.1 lentelės funkcines grupes, kuriose vietoj metilo būtų etilo grupės.

3. Pateiktos šios molekulinės formulės:

a) C_3H_8O; b) $C_5H_{12}O$; c) C_3H_7Cl; d) C_3H_9N; e) C_2H_4O; f) $C_3H_6O_2$.

Remdamiesi 19.1 lentele, parašykite visas galimas šių junginių struktūrines formules.

4. Junginio sudėtis C_2H_6O. Tai gali būti:

a) alkoholis; b) rūgštis; c) aldehidas; d) ketonas.

Kuris atsakymas teisingas?

5. Pabraukite molekulinę formulę, kuri atitinka junginį propanoną (acetoną):

a) C_3H_8O; b) $C_2H_4O_2$; c) C_3H_6O; d) C_2H_4O.

6. Kurie iš šių junginių yra aminai:

a) $CH_3—O—CH_3$; b) $CH_3—NH—CH_3$; c) $CH_3—N(CH_3)—CH_3$;
d) $CH_3—S—CH_3$; e) $CH_3—NO_2$?

7. Apskaičiuokite kiekvieno elemento masės dalį junginyje C_2H_7N. Parašykite galimas šio junginio struktūrines formules.

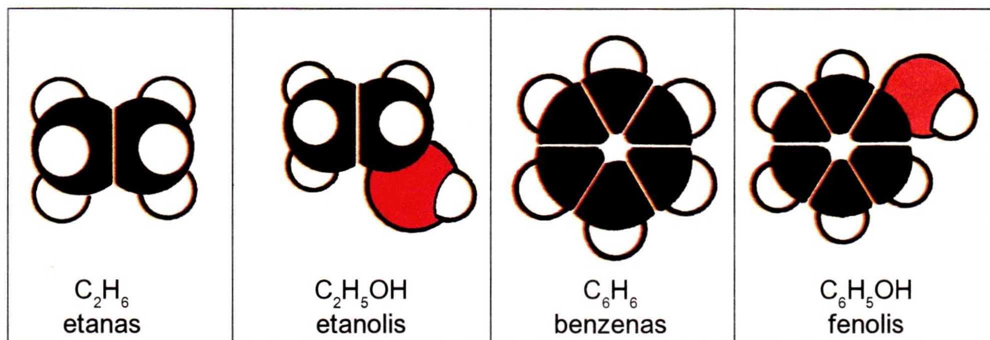
8. Junginyje yra 37,5 % C, 12,5 % H ir 50 % O. Junginio molinė masė lygi 32 g/mol. Koks tai junginys? Kokiai junginių klasei jis priklauso?

19.2. ORGANINIŲ JUNGINIŲ KLASĖS

Pagrindinės organinių junginių klasės yra šios: alkoholiai, karboniliniai junginiai (aldehidai ir ketonai), karboksirūgštys, aminai, heterocikliniai junginiai. Trumpai susipažinkime su jomis.

Alkoholiai. Alkoholiai žinomi nuo seno. Senovės etruskai, gyvenę dar prieš Romos imperiją, buvo laikomi geriausiais vyno gamintojais. Nuo tų laikų vyno gamyba mažai pasikeitė: ir dabar vynuogių sultys rauginamos be oro. Senovės Lietuvoje iš drevinių bičių medaus buvo gaminamas midus. Praskiestu midumi karžygiai vaišindavosi po sėkmingų žygių. Lietuviai alų — silpną spiritinį gėrimą — mokėjo gaminti dar XI a. Taigi vienas seniausių alkoholio — etanolio C_2H_5OH — gavimo būdų yra cukrinių medžiagų rauginimas, o jas distiliuojant, gaunama degtinė arba grynas spiritas (lot. *spiritus vini* — „vyno dvasia"). Šią medžiagą galima pagaminti ir cheminiais būdais.

Junginiai, kurių funkcinė *hidroksilo grupė* sujungta su angliavandenilio liekana, vadinami *alkoholiais* (19.3 pav.).



19.3 pav.

Junginiai, kurių funkcinė hidroksilo grupė pakeičia bent vieną iš benzeno žiedo vandenilio atomų, vadinami *fenoliais*.

Kasmet Lietuvoje pagaminama apie $1{,}5 \cdot 10^7$ litrų spirito.

Jonavoje iš gamtinių dujų per metus pagaminama iki 100 000 t metanolio CH_3OH. Ši medžiaga daug kur gali pakeisti etanolį.

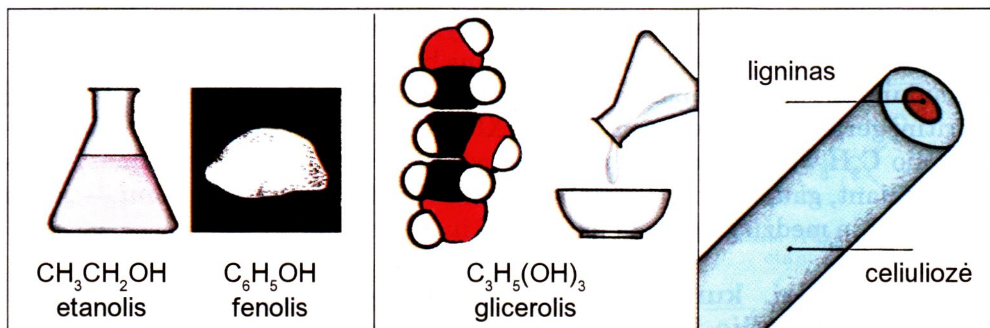
Metanolis — labai nuodingas junginys. Jau net išgėrus 2 g metanolio, galima apakti, o nuo 40 g — mirti. Nemaža metanolio gali susidaryti alkoholinio rūgimo metu iš cukraus, todėl tokie „naminiai gėralai" kaip degtinė, vynas ir net alus yra ypač pavojingi.

Alkoholiai yra skystos arba kietos medžiagos (19.4 pav.), o tokį patį anglies atomų skaičių turintys angliavandeniliai yra dujos. Mat tarp alkoholio molekulių funkcinių hidroksilo (OH) grupių yra vandenilinės jungtys.

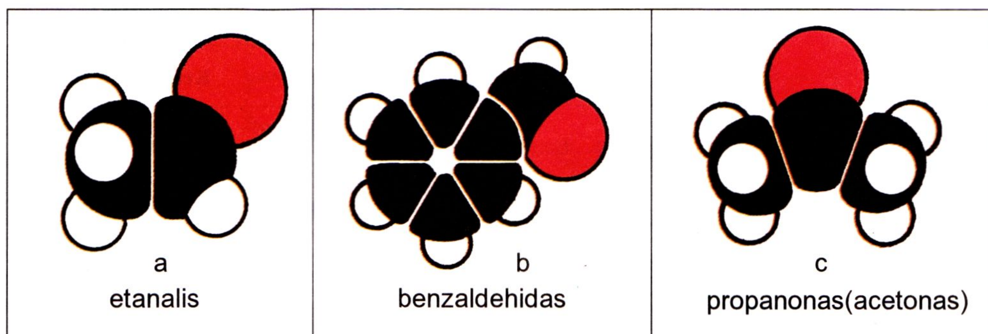
Kosmetinėms priemonėms, muilui gaminti naudojamas glicerolis tirštas dėl to, kad jo molekulėje yra net trys viena su kita sąveikaujančios OH grupės (19.5 pav.).

Nuo seno glicerolis gaminamas suskaldžius riebalus šarmų tirpaluose. Fenolis C_6H_5OH gaunamas, perdirbant akmens anglių koksavimo produktus. Nemaža fenolio junginių yra medienoje, lignine (19.6 pav.).

Perdirbant medieną (pavyzdžiui, gaminant celiuliozę ir popierių), šių junginių gali patekti į aplinką. Dėl to Lietuvoje celiuliozė jau negaminama.



19.4 pav. **19.5 pav.** **19.6 pav.**



19.7 pav.

Karboniliniai junginiai (aldehidai ir ketonai). Aldehiduose ir ketonuose yra *karbonilo grupė*: >C = O.

Jei karbonilo grupė sujungta su viena angliavandenilio liekana, junginys vadinamas *aldehidu* (19.7 pav., a, b).
Jei karbonilo grupė sujungta su dviem angliavandenilių liekanomis, junginys vadinamas *ketonu* (19.7 pav., c).

Dauguma aldehidų ir ketonų yra kvapūs, chemiškai aktyvūs junginiai. Nemaža karbonilinių junginių randama įvairiuose augaluose (19.4 lentelė).

19.4 lentelė

Kai kurie karboniliniai junginiai

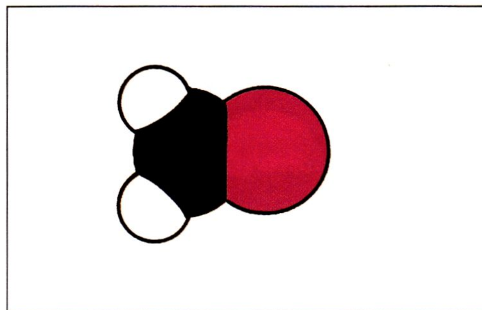
Formulė	Pavadinimas	Kvapas
$CH_3-C(=O)H$	Etanalis	Pūvančių obuolių
$CH_3CH_2-C(=O)H$	Butanalis	Apkartusio sviesto
$CH_3CH_2CH_2CH=CH-C(=O)H$	Heks-2-enalis	Mėlynių

19.4 lentelės tęsinys

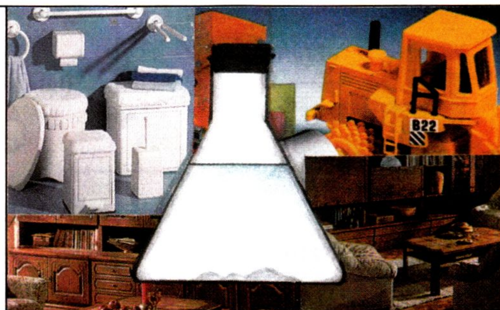
Formulė	Pavadinimas	Kvapas
$C_6H_5-C{\overset{O}{\underset{H}{\lessgtr}}}$ (benzeno žiedas: HC, CH, HC, CH, CH, C; prie C prijungta grupė $-C(=O)H$)	Benzaldehidas	Karčiųjų migdolų
$HO-C_6H_3(OCH_3)-C(=O)H$ (žiede: HO – C, CH–CH, C – C(=O)H, C – CH, H_3CO)	4-hidroksi-3-metoksi-benzaldehidas (vanilinas)	Vanilės
$C_6H_5-CH=CH-C(=O)H$ (žiede: CH–CH, HC, C – CH=CH–C(=O)H, C – CH)	3-fenil-2-propenalis	Cinamono
	(Kamparas)	Kamparo
	(Karvonas)	Kmynų (yra lauro lapuose)

Metanalis, kitaip dar vadinamas formaldehidu, yra paprasčiausias karbonilinis junginys, jo formulė $\begin{matrix}H\\ \\ H\end{matrix}\!\!>C=O$ (19.8 pav.). Tai aštraus kvapo dujos.

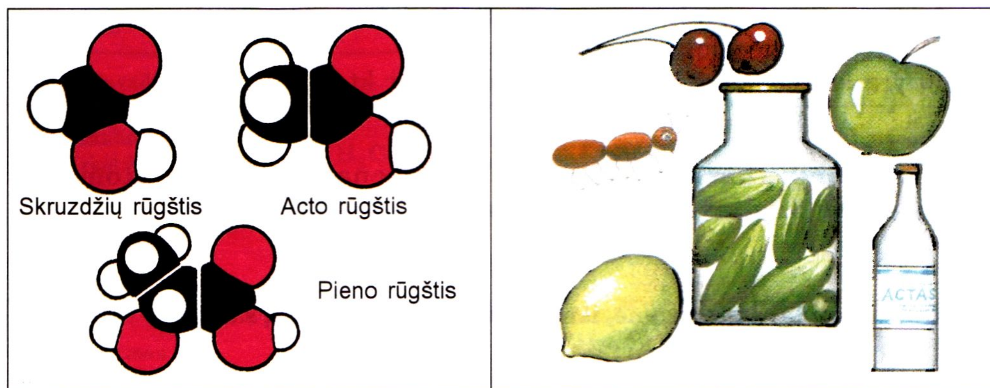
Formaldehidas labai plačiai naudojamas (19.9 pav.). 40 % vandeninis jo tirpalas vadinamas formalinu.



19.8 pav.



19.9 pav.



19.10 pav.

Formalinas yra geras antiseptikas ir konservantas, bet kartu labai pavojingas — jo garai sukelia dusulį.

Pasaulyje kasmet pagaminama daugiau kaip 2 mln. tonų formaldehido, bet jo gamyba mažėja. Mat įrodyta, kad formaldehidas yra viena iš vėžį sukeliančių medžiagų, jis išsiskiria iš tam tikrų lakų ir plastmasių.

Karboksirūgštys. Rūgštys yra vienos iš labiausiai paplitusių gamtinių medžiagų.

Medžiagos, kuriose yra karboksilo grupė, vadinamos *karboksirūgštimis*, arba tiesiog *rūgštimis*.

Be karboksilo, rūgštyse gali būti ir kitų funkcinių grupių, todėl gamtoje gausu ne tik įvairių rūgščių, bet ir jų darinių (19.10 pav.).

Pirmiausia, dar XVII a., išskirta skruzdžių rūgštis $H-C\begin{matrix}\nearrow O \\ \searrow OH\end{matrix}$, raudonąsias skruzdėles distiliuojant vandens garais. Ši rūgštis yra labai efektyvi prieš bičių varoatozę. Skruzdžių rūgšties, sukeliančios niežulį, taip pat yra dilgėlių spygliuose.

Acto rūgštis CH_3COOH susidaro rūgstant vynui arba sultims, kai į rūgimo indą gali laisvai patekti deguonis. Vykstant medžiagų apykaitai, žmogaus organizme per parą susidaro iki 400 g rūgščių. Tiek acto rūgšties pakaktų 4,5 l valgomojo acto pagaminti.

Pieno rūgštis $\underset{\displaystyle OH}{CH_3\underset{|}{C}HCOOH}$ taip pat susidaro vykstant medžiagų apykaitai. Ji sunaudojama tolesniuose biocheminiuose medžiagų apykaitos procesuose. Jei intensyviau padirba netreniruotas žmogus, išsiskyrusi pieno rūgštis nepašalinama iš raumenų, todėl juos po to labai skauda. Pieno rūgštis taip pat susidaro rūgstant kopūstams, pienui, grybams ir kt.

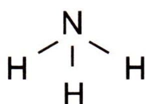
Spanguolėse gausu benzoinės rūgšties. Tai puikus konservantas, jis naudojamas maisto pramonėje. Niekam nepavyksta pagaminti spanguolių vyno — jis nerūgsta.

Aminai. Gamtoje laisvų aminų pasitaiko labai retai. Tai daugiausia nuodai, narkotinės medžiagos.

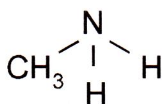
Jų yra kai kuriuose augaluose, grybuose ir kt. (19.4 lentelė).

Amoniako dariniai, kuriuose bent vienas vandenilio atomas pakeistas angliavandenilio liekana, vadinami *aminais*.

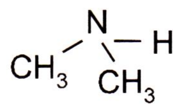
Kad geriau tai suprastume, išnagrinėkime šių junginių sandarą:



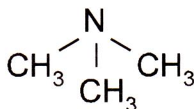
Amoniakas



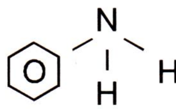
Aminometanas (metilaminas)



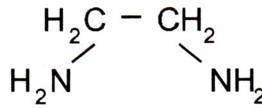
N-metilamino metanas (dimetilaminas)



N, N-dimetilamino metanas (trimetilaminas)



fenil-aminas (anilinas)



1,2-diaminometanas

19.4 lentelė

Kai kurie gamtiniai nuodai ir narkotinės medžiagos

Pavadinimas	Sandara	Kur randamas
Kokainas (narkotikas)	CH_3, N, $COOCH_3$, OOC–(O)	Kokos lapuose
Nikotinas (narkotikas)	N, N, CH_3	Tabako lapuose

19.4 lentelės tęsinys

Pavadinimas	Sandara	Kur randamas
Meskalinas (narkotikas)	H_3CO, H_3CO, OCH_3, $CH_2CH_2NH_2$ (benzeno žiede)	Raudonosiose musmirėse
Muskarinas (labai stiprus nuodas)	HO–(žiedas su O)$-CH_2-N^{\oplus}(CH_3)_3\,Cl^{\ominus}$	Musmirėse

Nemažai pavojingų sveikatai aminų susidaro pūvant baltyminėms medžiagoms: mėsai, žuviai, irstant lavonams.

1. Kurioms junginių klasėms priklauso šie junginiai:

a) $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-OH$ b) $\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH_2}}-CH_2-CH_2-NH_2$ c) $CH_3-\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}}}-CH_3$

d) $\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH_2}}-CH_2-CH_2-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH_2}}$ e) $CH_3-CH_2-CH_2-C{\overset{O}{\underset{H}{\lessgtr}}}$ f) $CH_3-CH_2-C{\overset{O}{\underset{OH}{\lessgtr}}}$

2. Pasakykite, kurie iš šių junginių yra alkoholiai:

a) $CH_3-C{\overset{O}{\underset{H}{\lessgtr}}}$ b) $\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH_2}}-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH_2}}$ c) $CH_3-CH_2-CH_2-OH$

d) $CH_3-\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}}}-CH_2-OH$ e) $CH_3-C{\overset{O}{\underset{OH}{\lessgtr}}}$

4. Apskaičiuokite, kiek litrų (n. s.) formaldehido gali išsiskirti, išgarinus 0,5 kg 40 % formalino.

5. Parašykite ftalio dialdehido struktūrinę ir molekulinę formules, žinodami, kad šiame aldehide yra dvi aldehidinės grupės ir benzeno žiedas.

6. Peržiūrėkite namuose turimas kosmetines priemones. Kuriose, jūsų nuomone, yra glicerolio?

7. „Daktaras Vatsonas suskaičiavo mintyse sritis, kuriose Šerlokas Holmsas buvo ypač gerai informuotas. /.../ Jis gerai nusimanė apie šunvyšnę, opijų ir apskritai apie nuodus"[1]. Pasakykite, kuriai pagrindinei junginių klasei priskiriami šie nuodai?

19.3. RŪGŠTINĖS IR BAZINĖS ORGANINIŲ JUNGINIŲ SAVYBĖS

1 bandymas. Įlašinkime indikatoriaus metiloranžo į vandeninius etanolio, etanalio (acetaldehido) arba metanalio (formaldehido), etano rūgšties (acto rūgšties) tirpalus. Kuriame iš šių tirpalų indikatoriaus spalva pakito (19.12 pav.)? (Jeigu amino neturite, jo pasigaminkite iš silkių sūrymo.)

Amino tirpalą galima pasigaminti taip. Į kolbą įpilama 15—20 ml silkių sūrymo. Įlašinama 6—8 ml koncentruoto natrio šarmo tirpalo. Kolba užkemšama kamščiu su dujų išleidžiamuoju vamzdeliu, kuris panardinamas į mėgintuvėlį su šaltu vandeniu. Kolba virinama, susidaręs tirpalas analizuojamas (19.13 pav.).

Etanolis	Etanalis	Etano rūgštis	Metilaminas
CH_3-CH_2-OH	$CH_3-C(=O)H$	$CH_3-C(=O)OH$	CH_3-NH_2

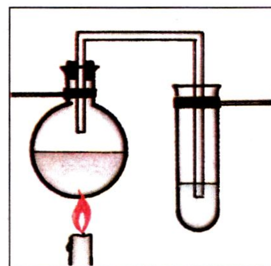
19.12 pav.

[1] Konan Doilis A. Rinktiniai raštai, V., 1993. T. 1, p. 53.

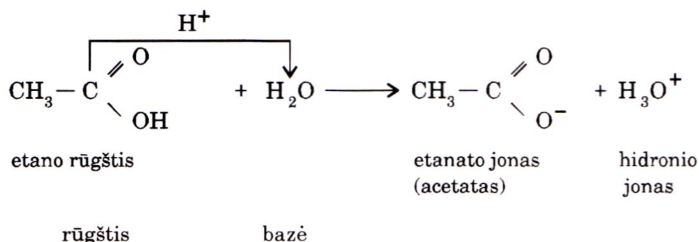


19.3. RŪGŠTINĖS IR BAZINĖS ORGANINIŲ JUNGINIŲ SAVYBĖS

Kodėl indikatoriaus spalva pakito acto rūgšties tirpale? Acto rūgštis jonizavosi, susidarė hidronio jonai, kurie ir nudažė indikatorių:



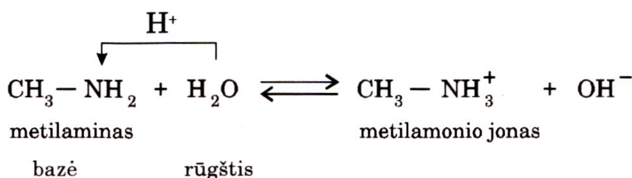
19.13 pav.



$$CH_3-COOH + H_2O \longrightarrow CH_3-COO^- + H_3O^+$$

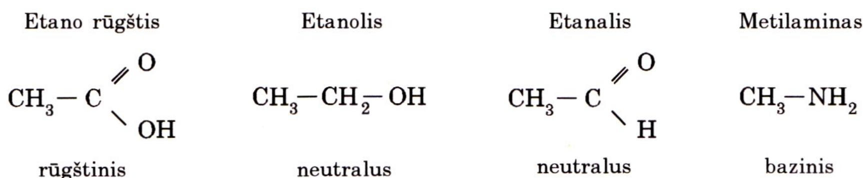
rūgštis   bazė

Indikatoriaus spalva pakito ir amino tirpale. Savo cheminėmis savybėmis aminai daug kuo panašūs į amoniaką — **jie yra bazės**. Vandenyje aminai jonizuojasi, atsiradę hidroksido jonai nudažo indikatorių:



$$CH_3-NH_2 + H_2O \rightleftarrows CH_3-NH_3^+ + OH^-$$

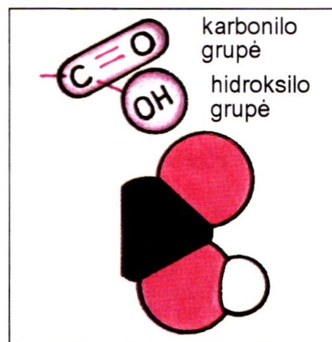
Vadinasi, junginius galima būtų suskirstyti į rūgštinius, bazinius ir neutralius:



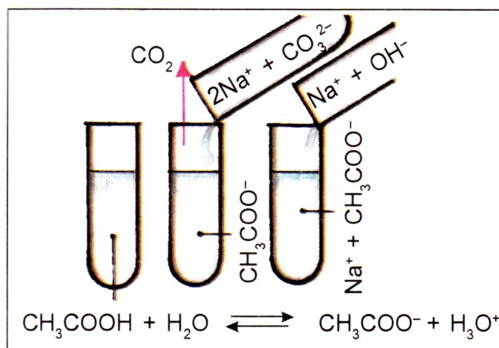
Kodėl etanolis ir etanalis (arba metanalis) yra neutralūs, o etano rūgštis turi rūgštinių savybių?

Išnagrinėkime karboksilo grupės sandarą. Ji tarsi sudaryta iš dviejų funkcinių grupių: karbonilo ir hidroksilo (19.14 pav.).

Karbonilo grupė veikia hidroksilo grupę, todėl hidroksilo grupės vandenilio jonas lengvai atskyla.



19.14 pav.



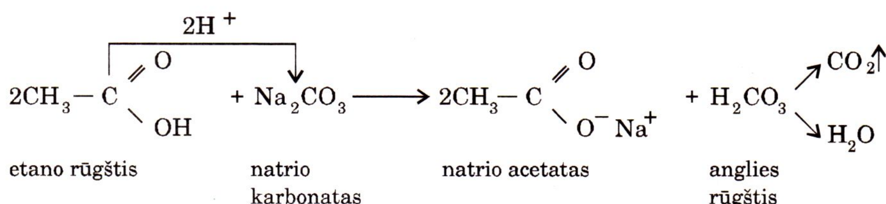
19.15 pav.

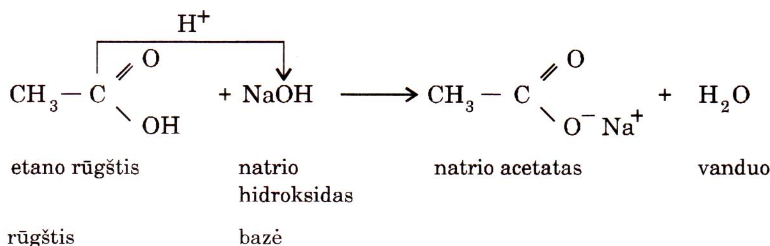
Viena funkcinė grupė veikia kitą ir keičia jos savybes. Funkcinė grupė veikia angliavandenilio liekaną, o angliavandenilio liekana — funkcinę grupę.

Karboksirūgštims būdingos visos rūgščių savybės. Jos lengvai reaguoja su hidroksidais, išstumia CO_2 iš karbonatų ir pan.

2 bandymas. Nudažykime acto rūgšties tirpalą indikatoriumi ir lašinkime natrio karbonato, paskui natrio šarmo tirpalą. Ką pastebėjome (19.15 pav.)?

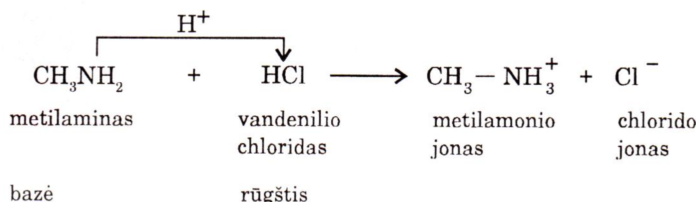
Vyksta tokios reakcijos:





Aminai, veikiami rūgščių, sudaro druskas.

3 bandymas. Į indikatoriumi nudažytą amino tirpalą lašinkime druskos rūgšties tirpalą. Įvyks neutralizacijos reakcija:



1. Kokios funkcinės grupės sudaro karboksilo grupę? Kodėl skiriasi šių funkcinių grupių savybės?

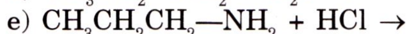
2. Baikite rašyti reakcijų lygtis:

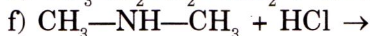

a) $HCOOH + KOH \rightarrow$


b) $CH_3CH_2COOH + NaOH \rightarrow$


c) $CH_3COOH + NH_3 \rightarrow$


d) $CH_3CH_2—NH_2 + H_2O \rightarrow$


e) $CH_3CH_2CH_2—NH_2 + HCl \rightarrow$


f) $CH_3—NH—CH_3 + HCl \rightarrow$

3. Apskaičiuokite, koks tūris dujų (n. s.) išsiskirs, veikiant 5 g marmuro gabalėlį 150 g 20 % acto rūgšties tirpalo.

4. Į 50 ml tirpalo, kuriame ištirpinta 3,1 g metilamino, įpilta 200 ml sieros rūgšties tirpalo, kurio koncentracija 0,75 mol/l. Apskaičiuokite susidariusios medžiagos molinę koncentraciją.

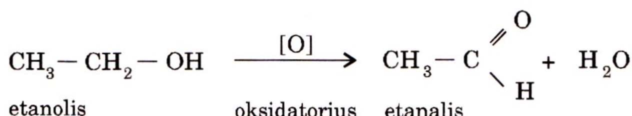
5. Muilo formulę schemiškai galima užrašyti R — COONa; čia R — ilga angliavandenilio liekana, sujungta su karboksirūgšties liekana. Žinoma, kad karboksirūgštys yra silpnos. Šampūne esančios medžiagos formulė R — SO_4Na (sieros rūgšties darinys). Namuose atskirai į muilo ir į šampūno tirpalą įlašinkite aronijų ar mėlynių sulčių. Ką pastebėjote? Paaiškinkite eksperimentą, parašykite reakcijos lygtį.

6. Į metilamino vandeninį tirpalą įpylus geležies chlorido tirpalo, tuoj pat iškrito rudos geležies hidroksido nuosėdos. Parašykite reakcijų lygtis.

19.4. OKSIDACIJA IR REDUKCIJA

Iš junginių, turinčių vieną funkcinę grupę, galima gauti junginius, turinčius kitą funkcinę grupę. Atlikime bandymą.

1 bandymas. Kalio dichromato ir sieros rūgšties mišinį (chromo mišinį) sumaišome su etanoliu (19.16 pav.). Mišinys pažaliuoja, atsiranda pūvančių obuolių kvapas. Susidaro *etanalis*. Vyksta tokia reakcija:

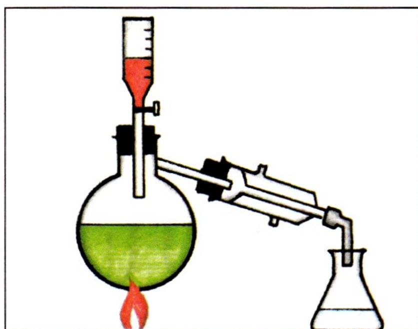


Chromo rūgštis, sąveikaudama su etanoliu, redukuojasi iki žalios spalvos chromo (Cr^{3+}) junginių.

Oksidatoriumi gali būti chromo (VI) oksidas, deguonis, kalio permanganatas ir kitos medžiagos.



19.4. OKSIDACIJA IR REDUKCIJA

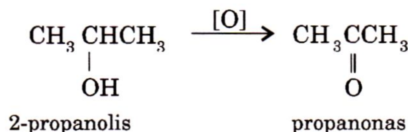


19.16 pav.

Iš alkoholio etanolio, turinčio funkcinę hidroksilo grupę, gavome etanalį. Jis turi funkcinę karbonilo (aldehidinę) grupę. Etanalis yra karbonilinių junginių klasės medžiaga. Dalis angliavandenilio liekanos — metilo grupė CH_3 — nepakito. Funkcinė hidroksilo grupė kartu su CH_2 liekana virto karbonilo grupe. Sakoma, kad alkoholis *oksidavosi*.

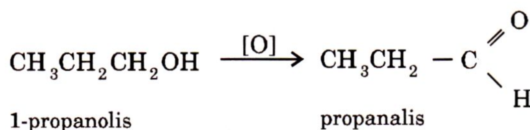
Oksidacijos reakcijose iš alkoholių gaunami karboniliniai junginiai.

Jei oksiduojamas 2-propanolis, susidaro propanonas (acetonas), o jei 1-propanolis — propanalis:



$$CH_3CH(OH)CH_3 \xrightarrow{[O]} CH_3C(=O)CH_3$$

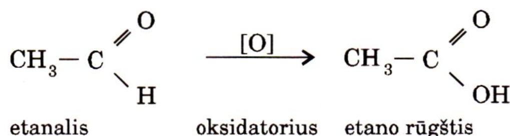
2-propanolis → propanonas



$$CH_3CH_2CH_2OH \xrightarrow{[O]} CH_3CH_2-C(=O)H$$

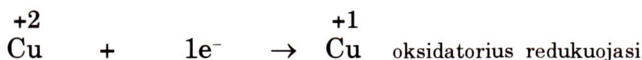
1-propanolis → propanalis

2 b a n d y m a s. Susidariusį etanalį (acetaldehidą) lengvai galima oksiduoti toliau iki etano (acto) rūgšties. Pavyzdžiui, virinant etanalį su silpnu oksidatoriumi — vario (II) hidroksidu — ir įdėjus natrio šarmo, susidaro etano rūgšties natrio druska (natrio acetatas) ir iškrenta rudos vario (I) oksido nuosėdos. Šios reakcijos schema:



$$CH_3-C(=O)H \xrightarrow{[O]} CH_3-C(=O)OH$$

etanalis — oksidatorius — etano rūgštis

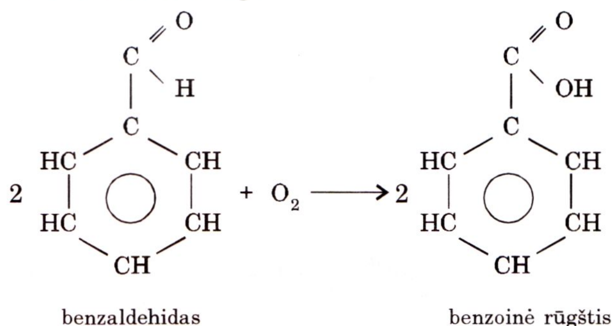


$$\overset{+2}{Cu} + 1e^- \rightarrow \overset{+1}{Cu}$$ oksidatorius redukuojasi



19.4. OKSIDACIJA IR REDUKCIJA

Kai kurie aldehidai, pavyzdžiui, benzaldehidas, oksiduojasi, veikiami oro deguonies; šioje reakcijoje susidaro benzoinė rūgštis:



Oksidacijos reakcijoje iš alkoholių gaunami karboniliniai junginiai, iš pastarųjų — rūgštys.

Palyginkite deguonies masės dalį etanolyje, etanalyje ir etano rūgštyje (19.5 lentelė).

19.5 lentelė

Deguonies masės dalies palyginimas

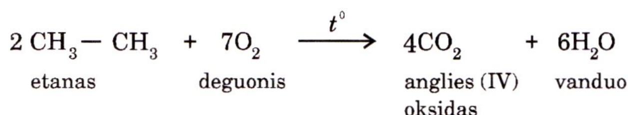
Junginys	Formulė	Deguonies masės dalis, %
Etanolis	CH_3-CH_2-OH	34,8
Etanalis	CH_3-CHO	36,4
Etano rūgštis	CH_3-COOH	53,3

Iš lentelės matyti, kad deguonies masės dalis didėja.

Organinių junginių oksidavimo reakcijoje deguonies masės dalis didėja.

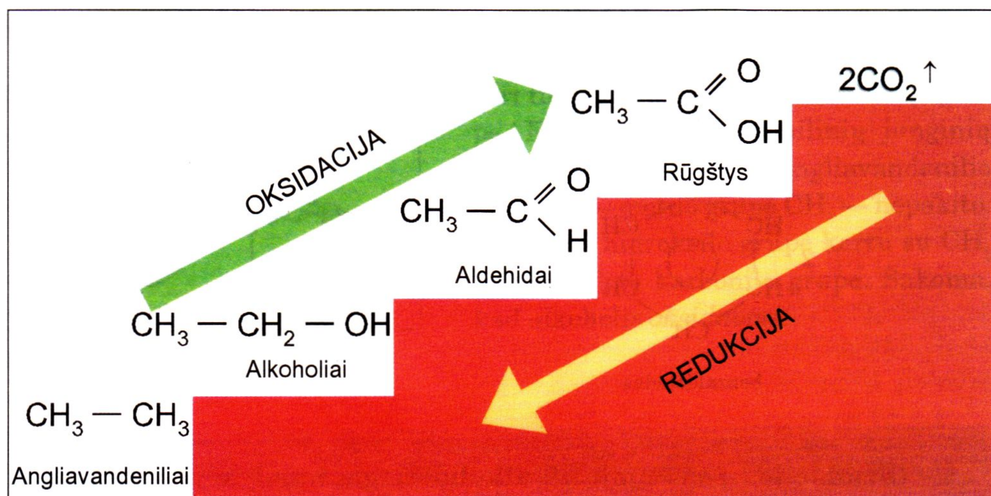
Išnagrinėkime 19.17 paveikslą. Iš jo matyti, kad tarp alkanų, alkoholių, aldehidų ir rūgščių yra tiesioginis ryšys.

Taip oksiduoti galima laipsniškai, o degimo metu tiesiog iki anglies (IV) oksido:



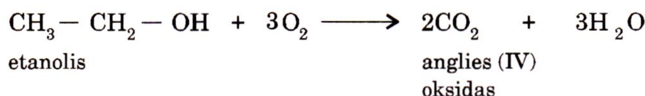
$$2\,CH_3-CH_3 + 7O_2 \xrightarrow{t^0} 4CO_2 + 6H_2O$$

etanas, deguonis, anglies (IV) oksidas, vanduo



19.17 pav.

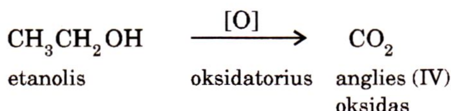
3 bandymas. Uždekime etanolį. Pamatysime, kad jis dega mėlyna liepsna. Vyksta reakcija:



$$CH_3-CH_2-OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

etanolis; anglies (IV) oksidas

arba



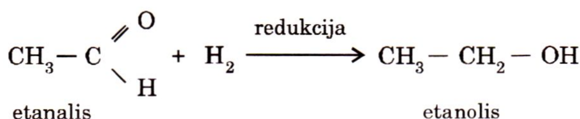
$$CH_3CH_2OH \xrightarrow{[O]} CO_2$$

etanolis; oksidatorius; anglies (IV) oksidas

Brazilijoje kaip automobilių kuras naudojamas benzino ir etanolio mišinys, mažinantis oro taršą. Etanolis gaunamas iš cukranendrių.

Galutinis visų organinių junginių oksidavimo produktas — anglies (IV) oksidas.

Oksidacijai atvirkščias procesas yra *redukcija*. Redukcijos reakcijos visada vyksta veikiant vandeniliu arba hidridais, su katalizatoriumi arba be jo. Tokiose reakcijose iš aldehidų galima gauti alkoholius, iš rūgščių — aldehidus ir pan.:



$$CH_3-C(=O)H + H_2 \xrightarrow{\text{redukcija}} CH_3-CH_2-OH$$

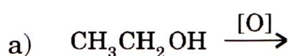
etanalis; etanolis

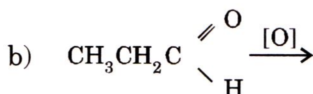
Organinių junginių redukcijos reakcijose vandenilio masės dalis padidėja.

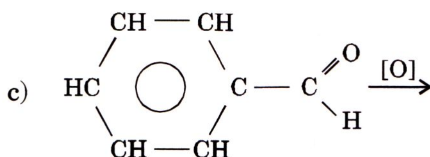
Gyvuosiuose organizmuose nuolatos vyksta oksidacija ir redukcija. Oro deguonis oksiduoja maisto medžiagas, iškvepiamas anglies (IV) oksidas. Šios cheminės reakcijos metu išsiskyrusi energija suteikia jėgų judėti, palaiko normalią kūno temperatūrą.

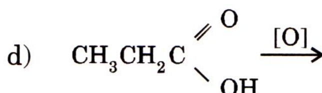
Išgėrus alkoholinių gėrimų, žmogaus organizme vyksta etanolio oksidavimo reakcijos. Jas katalizuoja fermentai — biologiniai katalizatoriai. Organizme iš etanolio susidaro etanalis, kuris kartu su etanoliu veikia kaip nuodas. Iš išgėrusio žmogaus burnos sklinda pūvančių obuolių kvapas. Net mažas etanolio ir susidariusio etanalio kiekis žmogaus organizme sukelia pakitimus.

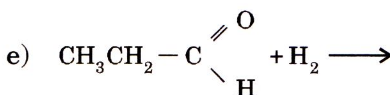
 1. Persirašykite į sąsiuvinius ir baikite reakcijų schemas, parašykite susidariusių junginių struktūrines formules:

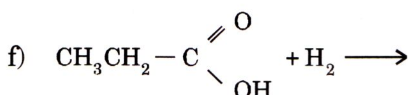


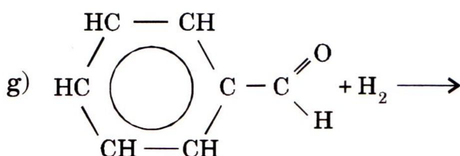


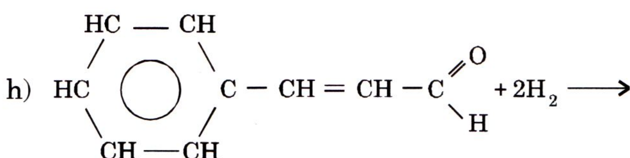












2. Ledinė (bevandenė) acto rūgštis yra degi. Parašykite jos degimo lygtį.
3. Apskaičiuokite, kiek litrų anglies (IV) oksido susidarys sudeginus:

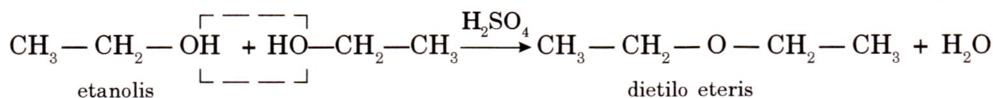
a) 4,6 g bevandenio etanolio; b) 15 g alkoholio, turinčio 92 % gryno etanolio.

4. Apskaičiuokite, kiek gramų natrio šarmo gali sureaguoti su produktais, gautais sudeginus 12 g 1-propanolio.
5. Apskaičiuokite, kiek litrų oro (n. s.) reikės 64 g gryno metanolio sudeginti. Ore yra 21 % deguonies (tūrio dalimis).

19.5. FUNKCINIŲ GRUPIŲ SĄVEIKA

Jau susipažinome su pagrindinėmis funkcinėmis grupėmis. O dabar atlikime bandymus ir padarykime išvadas apie *sudėtines funkcines grupes*.

1 bandymas. Į mėgintuvėlį įpilkime 1 cm^3 etanolio. Atsargiai sulašinkime 1 cm^3 koncentruotos sieros rūgšties (reakcijos katalizatoriaus). Gautą mišinį pašildykime spiritinės lemputės liepsnoje. Atsargiai pauostykime mišinį. Pajusime dietilo eterio kvapą. Atliekant bandymą, vyksta tokia reakcija:

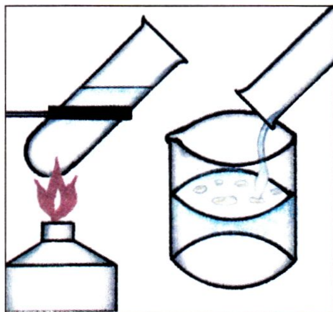


$$\underset{\text{etanolis}}{CH_3-CH_2-OH} + HO-CH_2-CH_3 \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{\text{dietilo eteris}}{CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3} + H_2O$$

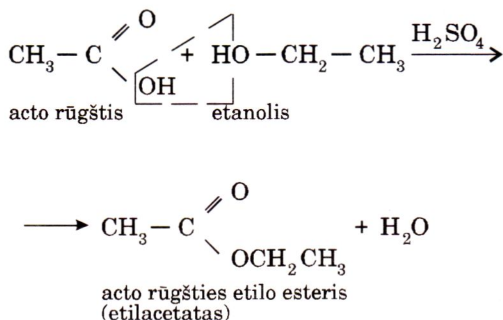
Dietilo eteris — priemonė, vartojama medicinoje narkozei (eteris).

Eterius galima gauti iš alkoholių, atėmus vandenį.

2 bandymas. Įpilkime į mėgintuvėlį 1 cm^3 etanolio ir 1 cm^3 acto rūgšties (etano rūgšties). Įlašinkime 2 cm^3 koncentruotos sieros rūgšties. Mišinį pašildykime. Po kurio laiko mėgintuvėlio turinį išpilkime į stiklinėlę su šaltu vandeniu. Matyti „alyvos" lašeliai — susidarė maloniai kvepiantis acto rūgšties etilo esteris (19.18 pav.):



19.18 pav.



$$\underset{\text{acto rūgštis}}{CH_3-C\overset{\displaystyle /\!/ O}{\underset{\displaystyle \backslash OH}{}}} + \underset{\text{etanolis}}{HO-CH_2-CH_3} \xrightarrow{H_2SO_4}$$

$$\longrightarrow \underset{\text{acto rūgšties etilo esteris (etilacetatas)}}{CH_3-C\overset{\displaystyle /\!/ O}{\underset{\displaystyle \backslash OCH_2CH_3}{}}} + H_2O$$

Esterius galima gauti iš alkoholių ir rūgščių, atėmus vandenį.

Malonaus kvapo esteriai — tai esencijos, naudojamos maisto pramonėje, parfumerijoje ir kt. (19.6 lentelė).

19.6 lentelė

Kai kurie karboksirūgščių esteriai

Pavadinimas	Formulė	Iš ko sudaryta	Esencijos pavadinimas
Skruzdžių rūgšties etilo esteris	$H-C(=O)-OCH_2-CH_3$	Etanolis + skruzdžių rūgštis	Romo
Acto rūgšties benzilo esteris	$CH_3-C(=O)-OCH_2-C_6H_5$	Benzilo alkoholis + acto rūgštis	Jazminų
Sviesto (butano) rūgšties etilo esteris	$CH_3-(CH_2)_2-C(=O)-O-CH_2-CH_3$	Etanolis + butano rūgštis	Ananasų
Sviesto (butano) rūgšties pentilo esteris	$CH_3-(CH_2)_2-C(=O)-O-(CH_2)_4-CH_3$	Pentanolis + butano rūgštis	Kriaušių
Pentano rūgšties metilo esteris	$CH_3-(CH_2)_3-C(=O)-O-CH_3$	Metanolis + pentano rūgštis	Obuolių
Heksadekano rūgšties tridekanolio esteris	$CH_3-(CH_2)_{14}-C(=O)-O-(CH_2)_{12}-CH_3$	Tridekanolis + heksadekano rūgštis	Vaškas

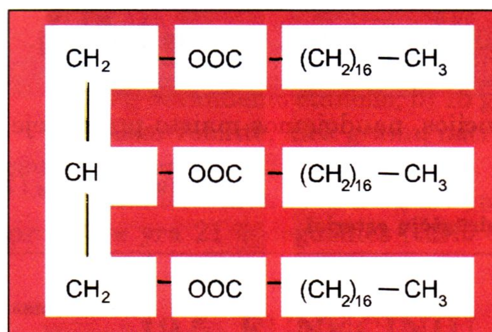
Riebalai **yra glicerolio ir karboksirūgščių esteriai** (19.19 pav.)

Jau žiloje senovėje iš riebalų mokėta išvirti muilą — karboksirūgščių druskas, turinčias ilgą angliavandenilio liekaną. Kad vyktų reakcija, reikalingas natrio arba kalio šarmas (senovėje tam buvo naudojami medžio pelenai, turintys daug kalio karbonato) (19.20 pav.).

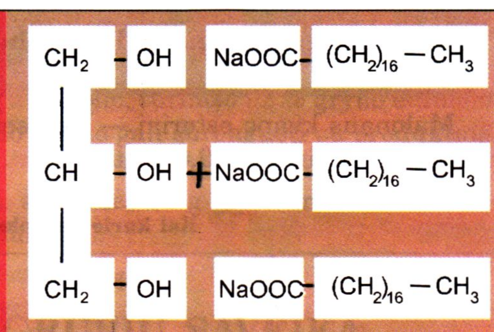
Esteriai, virinami vandeniniuose šarmų arba rūgščių tirpaluose, suyra.



19.5. FUNKCINIŲ GRUPIŲ SĄVEIKA



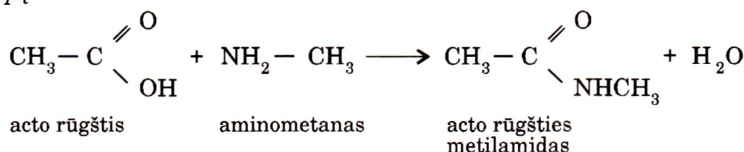
19.19 pav.



19.20 pav.

Riebalų skaldymą mūsų organizme katalizuoja fermentai. Susidariusios rūgštys toliau naudojamos ląstelių sienelėms statyti, savoms maisto atsargoms kurti ir kt.

Matyti, kad eteriai ir esteriai yra *sudėtinės funkcinės grupės* (19.7 lentelė). Iš karboksilo ir amino grupių tokiu pačiu būdu galima gauti sudėtinę *amido grupę*:

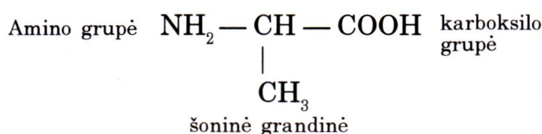


19.7 lentelė

Sudėtinės funkcinės grupės

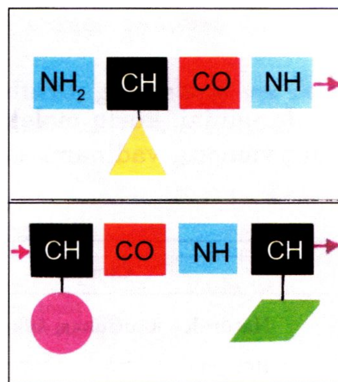
Pavadinimas	Struktūra	Iš ko sudaryta	Junginio formulė
Eterinė	$-O-$	$-OH + HO-$	$R-O-R'$
Esterinė	$-C(=O)O-$	$-C(=O)OH + OH-$	$R-C(=O)OR'$
Amido	$-C(=O)N<$	$-C(=O)OH + NH_2-$	$R-C(=O)NHR'$

Gamtoje yra *aminorūgščių*, kurios toje pačioje molekulėje turi funkcines karboksilo ir amino grupes:



19.5. FUNKCINIŲ GRUPIŲ SĄVEIKA

Aminorūgštims jungiantis vienai su kita (amino grupė su karboksilo), susidaro ilga grandinėlė, kartais turinti net keletą tūkstančių aminorūgščių liekanų (19.21 pav.). Taip susiformuoja *baltymai* — visų gyvųjų organizmų statybinė medžiaga.



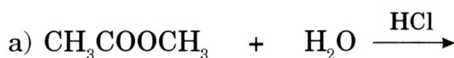
19.21 pav.

1. Veikdami etanolį koncentruota sieros rūgštimi, gavome eteną. Parašykite, kas tokiomis pačiomis sąlygomis susidarys iš:
a) 1-propanolio; b) 2-propanolio;
c) 1-butanolio.

2. Išvardykite jums žinomas sudėtines funkcines grupes. Iš kurių pagrindinių funkcinių grupių jos sudarytos?

3. Kas susidaro reaguojant:
a) metano rūgščiai ir metanoliui;
b) butano rūgščiai ir butanoliui;
c) etano rūgščiai ir 1-propanoliui?

4. Parašykite, kokie produktai susidaro šių junginių hidrolizės reakcijoje:



a) $CH_3COOCH_3 \quad + \quad H_2O \xrightarrow{HCl}$

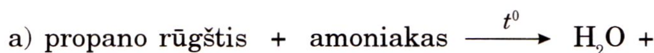


b) $CH_3CH_2CH_2CH_2COOCH_2CH_3 \quad + \quad H_2O \xrightarrow{NaOH}$

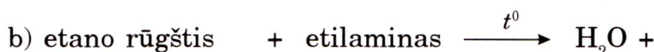


c) $HCOOCH_2CH_2CH_3 \quad + \quad H_2O \xrightarrow{KOH}$

5. Parašykite, kokie produktai susidaro, kai reaguoja:

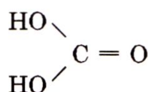


a) propano rūgštis + amoniakas $\xrightarrow{t^0}$ H_2O +



b) etano rūgštis + etilaminas $\xrightarrow{t^0}$ H_2O +

6. Karbamidas, kurio formulė CH_4N_2O, yra anglies rūgšties amidas, kuriame amino grupės yra pakeitusios rūgšties hidroksilo grupes. Parašykite karbamido struktūrinę formulę. Anglies rūgšties struktūrinė formulė:



7. Apskaičiuokite, kiek romo esencijos galima gauti iš 92 g gryno etanolio.

8. Muilas yra oktadekano rūgšties $C_{17}H_{35}COOH$ ir natrio šarmo sąveikos produktas. Apskaičiuokite, kiek riebalų reikia vienam gabalėliui muilo (100 g) gauti. Parašykite reakcijos lygtį.

20. STAMBIAMOLEKULIAI JUNGINIAI

Junginiai, kurių molekulinė masė yra daugiau kaip keli tūkstančiai anglinių vienetų, vadinami *stambiamolekuliais junginiais*.

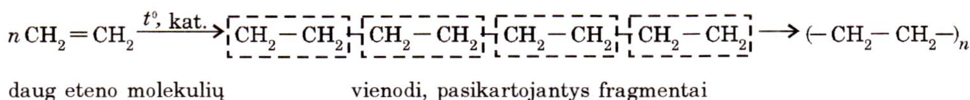
Stambiamolekuliai junginiai

Gamtiniai	Sintetiniai
Natūralus kaučiukas, šilkas Baltymai Angliavandeniai Nukleino rūgštys	Plastmasės Dervos Pluoštai

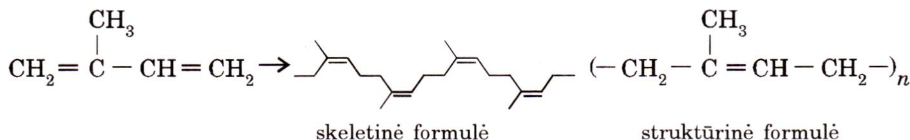
Dažniausiai stambiamolekuliai junginiai yra *polimerai* (lot. *poli* — „daug", *meres* — „vienetas, matas"), t. y. sudaryti iš daug vienetų.

Polimerai susidaro, molekulėms susijungus į ilgas grandines.

Išnagrinėkime, kaip susidaro labiausiai žinoma plastmasė — polietilenas. Iš jo gaminama plėvelė, maišeliai, vamzdžiai ir kt. Šis polimeras gaunamas iš eteno. Jo molekulių dvigubosios jungtys nutrūksta, esant aukštai temperatūrai ir veikiant katalizatoriams. Atsiradusiomis laisvosiomis jungtimis molekulės jungiasi viena su kita:



Polimerizuojantis Brazilijoje augančio medžio hevėjos (kaučiukmedžio) sultims, susidaro ilgos natūralaus kaučiuko grandinėlės:



Amerikos atradėjai nustebo, pamatę, kad indėnai žaidžia elastingais baltais kaučiuko kamuoliais. Tačiau ilgainiui kaučiukas sukietėja ir lūžta. Ilgai ieškota būdų, kaip padaryti, kad kaučiukas visą laiką liktų elastingas. Amerikiečių atradėjas Č. Gudjeris XIX a., kaitindamas kaučiuką su siera, gavo elastingą gumą. Sieros molekulės tarsi susiuva kaučiuko grandinėles.

Išmokus gaminti kitokius kaučiukus, išsiplėtė gumos gamyba. Kramtomoji guma taip pat gaminama iš kaučiuko.

Pasaulyje, pradedant dvidešimtojo amžiaus viduriu, gaminama vis daugiau dirbtinių polimerų. Iš polimerinių medžiagų gamybos lygio galima spręsti apie šalies išsivystymą (20.1 lentelė).

20.1 lentelė

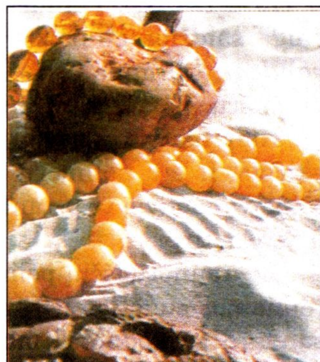
Svarbiausios polimerinės medžiagos

Polimerinė medžiaga	Formulė	Minkštėjimo temperatūra	Gamyba, mln. tonų per metus	Paskirtis
Polietilenas	$(-CH_2-CH_2-)_n$	102 — 137 °C	16	Plėvelė, vamzdžiai, buitiniai gaminiai
Polivinilchloridas	$(-CH_2-CH(Cl)-)_n$	150—220 °C	10	Plėvelė, elektros izoliacinės medžiagos, dirbtinė oda ir kt.
Polipropilenas	$(-CH_2-CH(CH_3)-)_n$	160—176 °C	5,6	Plėvelė, pluoštas, buitiniai gaminiai
Kaučiukas (dirbtinis)	$(-CH_2C(X)=C-CH_2-)_n$; X = CH_3, Cl, H	—	6	Įvairios paskirties gumos gamybai
Kaučiukas (natūralus)	$(-CH_2C(CH_3)=C-CH_2-)_n$	—	4	Klijų, gumos gamybai ir kt.
Polistirenas	$(-CH_2-CH(C_6H_5)-)_n$	75—95 °C	4	Konstrukcinė medžiaga, buitiniams gaminiams, plėvelei

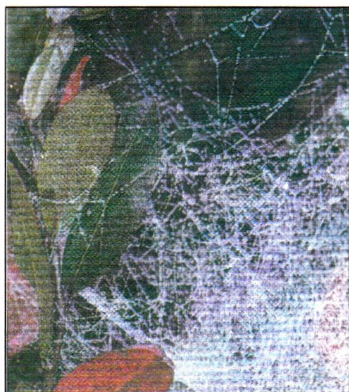
Tačiau dirbtiniai polimerai turi didelį trūkumą — jie labai sunkiai suyra. Kasmet pasaulyje susikaupia milijonai tonų šiukšlių, kurių pagrindinę dalį sudaro plastmasės. Pastaruoju metu jie perdirbami, naudojami kaip antrinės žaliavos.

Polimerų yra ne tik dirbtinių. Viskas, kas aplink mus, pagaliau mes patys, sudaryti iš polimerų. Neorganiniais polimerais galima laikyti silikatus.

Visi žinome, kaip atsirado gintaras (20.1 pav.). Tai sakuose buvusių medžiagų polimerizacijos reakcija.



20.1 pav.



20.2 pav.

Voratinklio siūlas (20.2 pav.) sudarytas iš aminorūgščių polimerų — baltymų. Gamtoje yra tik 20 aminorūgščių. Visos jos skiriasi tik šonine grandine. O baltymų be galo daug! Mat juos sudaro skirtingais būdais susijungusios aminorūgštys.

Baltymai yra aminorūgščių polimerai.

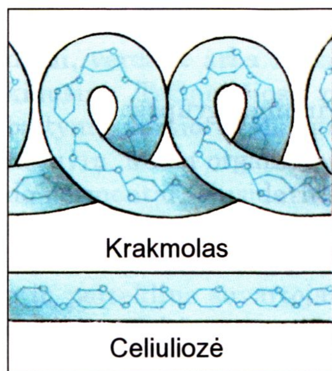
Baltymai — visų gyvųjų organizmų statybinė medžiaga. Be jų organizme nevyksta jokia cheminė reakcija, nes baltymai yra biologiniai katalizatoriai — fermentai (žr. schemą).



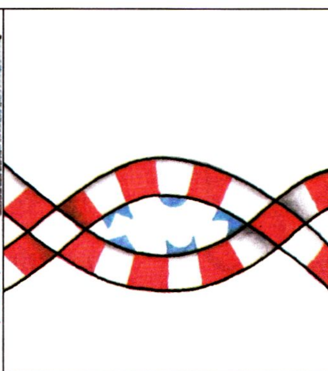
Polimerų savybės labai skiriasi nuo juos sudarančių medžiagų savybių. Pavyzdžiui, etenas yra dujos, jo polimeras — kieta medžiaga ($t_{minkštėjimo}$ = = 119 —127 ^{0}C). Polimerų savybės priklauso ir nuo jų sandaros. Visi esame valgę saldžios gliukozės (jos yra vaisiuose ir uogose). Gliukozė — *angliavandenis* (formulė $C_6H_{12}O_6$, kitaip — $C_6(H_2O)_6$). Gliukozė gali sudaryti keletą polimerų, pavyzdžiui, krakmolą ir celiuliozę (20.3 pav.).

Kaip matyti iš paveikslėlio, krakmolo ir celiuliozės sandara skiriasi, todėl skiriasi ir šių polimerų savybės. Krakmolas — lengvai įsisavinamas, karštame vandenyje tirpstantis polimeras. Celiuliozės mūsų skrandis nevirškina, ji yra netirpi.

Be aminorūgščių polimerų baltymų nebūtų gyvybės. Bet kaip sintetinami reikiamos sudėties ir sandaros baltymai? Nustatyta, kad kiekvieno baltymo sandara „užkoduota" labai svarbaus polimero — nukleino rūgščių — sandaroje. Nukleino rūgštys yra nukleotidų polimerai (20.4 pav.).



20.3 pav.



20.4 pav.



20.5 pav.

Nors tėra tik keturių rūšių nukleotidai, skirtinga jų išsidėstymo tvarka atspindi aminorūgščių išsidėstymo seką baltyme. Tik pagalvokite: kaip paprasta — skirtingai išsidėstę keturi nukleotidai „užkoduoja" visą gamtoje stebimą įvairovę: gėles, paukščius, žuvis, medžius, vabzdžius ir, žinoma, mus visus (20.5 pav.)!

1. Ką vadiname polimerais? Kodėl polimerų savybės skiriasi nuo pradinių medžiagų savybių? Pateikite pavyzdžių.

2. Parašykite polipropileno (20.1 lentelė) susidarymo iš propeno schemą.

3. Apžiūrėkite namuose esančius plastmasinius daiktus. Remdamiesi 20.1 lentelės duomenimis, pabandykite nustatyti, iš kurio polimero jie sudaryti.

4. Ar polimerų savybės priklauso nuo jų sandaros? Pateikite pavyzdžių.

5. Išvardykite gamtinius polimerus. Kokia jų biologinė reikšmė?

6. Tarkime, kad baltymą sudaro tik 4 aminorūgštys A, B, C, D. Apskaičiuokite, kiek gali būti susijungimo variantų. Išveskite formulę, atspindinčią susijungimo variantų skaičiaus priklausomybę nuo aminorūgščių skaičiaus. Ar įmanoma apskaičiuoti gamtinių aminorūgščių susijungimo variantų skaičių?

21. MAISTO MEDŽIAGOS

Maisto medžiagas galima suskirstyti į šias pagrindines grupes:

1. Baltymus.
2. Riebalus.
3. Angliavandenius.
4. Mineralines medžiagas.
5. Vitaminus.

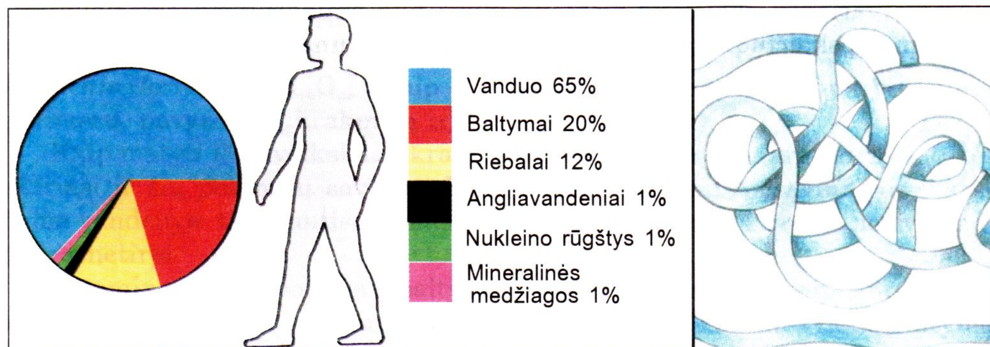
Pažvelkite į 21.1 paveikslėlį ir išnagrinėkite, iš kokių medžiagų sudarytas žmogaus kūnas.

Baltymai. Jų sandara labai sudėtinga. Aminorūgštims susijungus į grandinėlę, ši susisuka į įvairiausias spirales, susilanksto, susivynioja (21.2 pav.). Tokios struktūros labai trapios, jautrios aplinkos poveikiui. Atlikime bandymus.

1 bandymas. Į vandenį įpilkime truputį kiaušinio baltymo ir gerai išmaišykime. Susidariusį skaidrų tirpalą perpilkime į du mėgintuvėlius. Į pirmą įlašinkime rūgšties tirpalo, o antrą įstatykime į stiklinę su verdančiu vandeniu (21.3 pav.).

Po kurio laiko pastebėsime, kad tirpalai susidrumstė. Kodėl? Pašildžius ar paveikus rūgštimis, trapi baltymo struktūra suiro — baltymas *denatūravosi*.

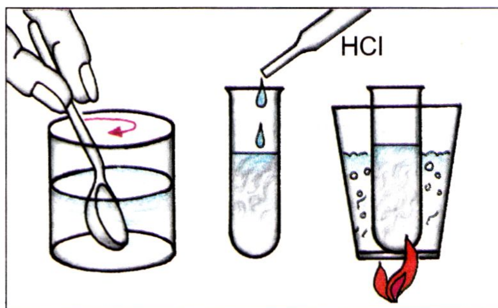
Baltymo struktūros pakitimas dėl fizikinio ar cheminio poveikio vadinamas *denatūracija*.



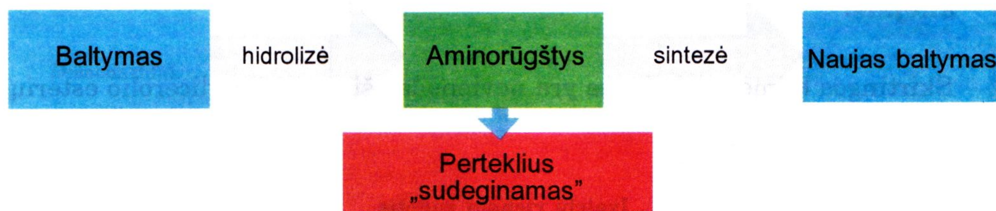
21.1 pav.

21.2 pav.

Tokios reakcijos vyksta, pavyzdžiui, verdant arba kepant mėsą, kiaušinį. Tačiau šiose reakcijose baltymo aminorūgščių grandinėlė nesuyra. Mūsų organizme ją suardo fermentai. Susidariusios aminorūgštys panaudojamos sintetinti organizmui reikalingus baltymus, o jų perteklius suvartojamas kaip energijos šaltinis:



21.3 pav.



Per parą žmogaus organizmui reikia nemažai baltymų (21.1 lentelė).

21.1 lentelė

Baltymų poreikis įvairaus amžiaus žmonėms

Amžiaus grupė, metai	Baltymų poreikis, g (1 kg kūno masės)
Kūdikiams iki 1 m.	2,20 — 1,98
Vaikams:	
1 — 3 m.	1,78
4 —6 m.	1,50
7 — 10 m.	1,20
11 — 14 m.	1,0
15 — 18 m.	0,86
Suaugusiesiems:	
vyresniems kaip 19 m.	0,79
nėščioms moterims	1,37

Daugelį aminorūgščių mūsų organizmas gali pats pasigaminti. Tačiau yra kelios aminorūgštys, kurias būtinai turime gauti su maistu, nes organizme jos nesintetinamos.

Būtinosios aminorūgštys

Izoleucinas. Leucinas. Lizinas. Metioninas. Histidinas. Fenilalaninas. Treoninas. Triptofanas. Valinas.

Riebalai. Riebalinis maistas yra kaloringiausias. Sudeginus 1 g riebalų, gaunama 38 kJ šilumos. Todėl riebalai — organizmo maisto atsarga.

Riebalai yra glicerolio ir karboksirūgščių esteriai.

Priklausomai nuo to, kokių karboksirūgščių yra riebaluose, jie gali būti skysti ir kieti.

Jei riebaluose yra daug nesočiųjų rūgščių liekanų, riebalai yra skysti, jei daug sočiųjų — kieti. Skysti riebalai vadinami aliejais.

Skirtingos kilmės riebaluose yra nevienodas šių rūgščių glicerolio esterių kiekis (21.2 lentelė).

21.2 lentelė

Įvairių riebalų sudėtis

Riebalai	Glicerolio karboksirūgščių esterių kiekis, %		
	sočiųjų	nesočiųjų	polinesočiųjų
Lajus (avių ir galvijų taukai)	51	41	3
Sviestas	50	27	1
Kiaulės taukai	40	45	9,4
Saulėgrąžų aliejus	11	24	60
Margarinas	21	46	11

Per daug vartojant daug sočiųjų rūgščių turinčių riebalų, galima susirgti ateroskleroze.

Angliavandeniai skirstomi į *monosacharidus*, *disacharidus* ir *polisacharidus* priklausomai nuo to, **kiek juose yra angliavandenio liekanų**.

Cheminiu požiūriu angliavandeniai — tai junginiai, kuriuose yra hidroksilo bei karbonilo grupių. Jų bendroji formulė $C_n(H_2O)_m$.

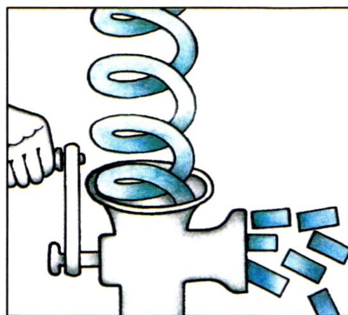
Išnagrinėkite 21.3 lentelę ir paanalizuokite, kokių angliavandenių pasitaiko kasdien.

21.3 lentelė

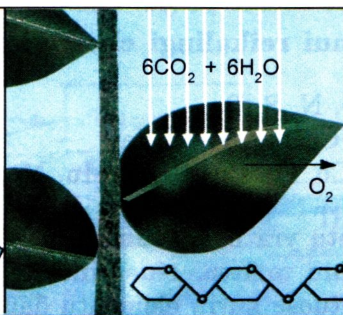
Angliavandenių sandara ir paplitimas

Angliavandeniai	Iš kokių monosacharidų sudaryti	Kur randami
Monosacharidai:		
gliukozė $C_6H_{12}O_6$;	—	Morkose 2,5 %, vyšniose 3,5 %, vynuogėse 7,8 %.
fruktozė $C_6H_{12}O_6$;	—	Meduje iki 50 %
galaktozė $C_6H_{12}O_6$	—	Pieno cukruje
Disacharidai:		
sacharozė $C_{12}H_{22}O_{11}$;	Gliukozė + fruktozė	Cukruje, cukranendrėse iki 25 %, cukriniuose runkeliuose iki 20 %
laktozė $C_{12}H_{22}O_{11}$	Gliukozė + galaktozė	Pieno cukruje, piene 4,8 %
Polisacharidai:		
krakmolas $(C_6H_{10}O_5)_n$;	Gliukozės polimeras	Kukurūzuose 57 %, kviečiuose 54 %, bulvėse 16 %
celiuliozė $(C_6H_{10}O_5)_n$	Gliukozės polimeras	Medienoje, šiauduose

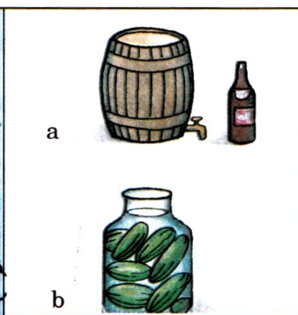
Valgant angliavandenius, mūsų organizme vyksta polisacharidų ir disacharidų skaidymo (hidrolizės) reakcijos. Šias reakcijas katalizuoja fermentai (21.4 pav.).



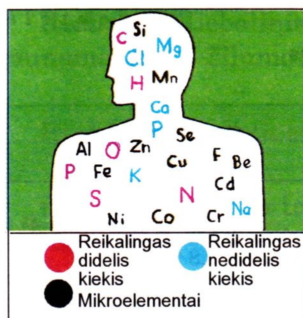
21.4 pav.



21.5 pav.



21.6 pav.



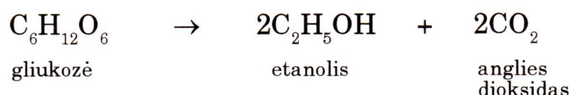
21.7 pav.

Reakcijos vyksta labai lengvai, angliavandeniai pradeda irti burnoje, greit įsisavinami. Dirbant sunkų fizinį darbą, jėgas galima greit atstatyti suvalgius saldumynų.

Pagrindinis angliavandenių šaltinis — augalai. Juose anglies (IV) oksidas, veikiamas saulės šviesos, virsta angliavandeniu (gliukoze), kuris augaluose toliau sintetinamas. Susidaro angliavandenio polimerai (pavyzdžiui, krakmolas arba celiuliozė) (21.5 pav.).

Labai svarbi angliavandenių reakcija yra rūgimas. Jis gali būti skirtingas priklausomai nuo to, kokiomis sąlygomis vyksta ir kokie mikroorganizmai jame dalyvauja:

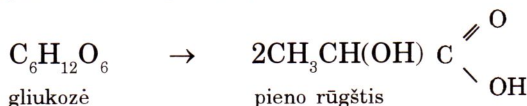
1. Alkoholinis rūgimas (21.6 pav., a):



$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

gliukozė — etanolis — anglies dioksidas

2. Pienarūgštis rūgimas (21.6 pav., b):



$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH(OH)C{\begin{smallmatrix}{/\!\!/}O \\ \backslash OH\end{smallmatrix}}$$

gliukozė — pieno rūgštis

Mineralinės medžiagos. Baltymų, riebalų ir angliavandenių organizmui reikia daugiausia. Juose yra būtiniausių cheminių elementų: anglies, vandenilio, azoto, sieros ir fosforo. Be jų neįmanoma jokia gyvybė. Tačiau lygiai taip pat būtini, tik mažesniais kiekiais, ir kiti cheminiai elementai (21.7 pav.).

Organizmui reikalingi cheminiai elementai

Būtiniausi: C, H, O, N, S, P.
Labai svarbūs: Ca, Cl, Mg, P, K, Na.
Mikroelementai: I, Co, Cr, Cu, F, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn, Al, Si, Cd.

Daugelio šių elementų yra mineralinėse medžiagose. Jų gauname ir su augaliniu, ir su gyvuliniu maistu. Išnagrinėkite lentelę. Iš jos sužinosite, kokiuose maisto produktuose kurių elementų daugiausia, kokia jų paskirtis žmogaus organizme (21.4 lentelė).

21.4 lentelė

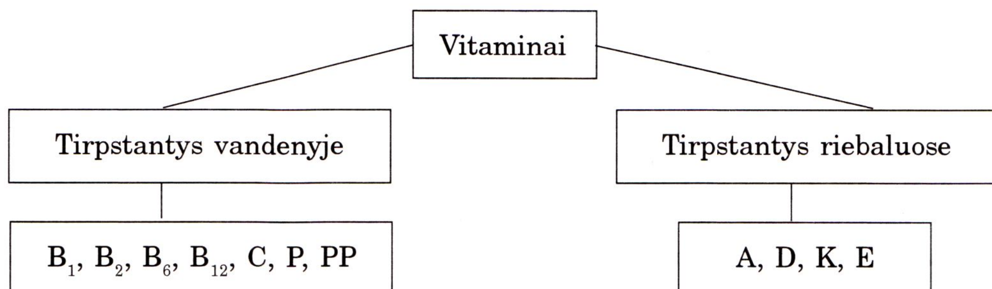
Cheminių elementų paskirtis ir šaltiniai

Elementas	Paskirtis	Kur daugiausia
Ca	Kaulams, dantims stiprinti, raumenų dirglumui mažinti	Varškėje, kituose pieno produktuose
Cl	Skysčių slėgiui organizme reguliuoti	Valgomojoje druskoje, pasūdytame maiste
Mg	Fermentų veikimui, kraujo plazmai gaminti, kaulams stiprinti	Pieno produktuose, salotose, burokėliuose
P	Kraujo kūneliams, nukleino rūgštims gaminti, kaulams stiprinti	Žuvies produktuose, mėsoje, riebiuose pieno produktuose, grybuose
K	Vyrauja ląstelėse. Reikalingas raumenims, kraujui, nuo jo santykio su Na, Ca, Mg priklauso širdies darbas	Vaisiuose, daržovėse
Na	Vyrauja visuose organizmo skysčiuose, yra svarbiausia kraujo mineralinių medžiagų dalis	Pasūdytame maiste

Vitaminai. Kad šie palyginti nedidelės molekulinės masės junginiai labai svarbūs, pastebėta dar XIX a. pabaigoje. Tada daugiausia buvo rasta vitaminų, turinčių azoto. Iš čia kilo jų pavadinimas *vit* (lot. *gyvybė*) + *aminas*. Kai vitaminų trūksta, susergama įvairiomis ligomis (žr. 21.5 lentelę).

Vitaminais vadinama grupė įvairios cheminės sudėties organinių medžiagų, be kurių neįmanoma pilnavertė organizmo gyvybinė veikla.

Vitaminai dažniausiai vadinami lotynų kalbos abėcėlės raidėmis.



21.5 lentelė

Svarbiausieji vitaminai

Pavadinimas	Funkcija	Požymiai, kad jo trūksta	Kur daugiausia yra
A (retinolis)	Palaiko ląstelių veiklą	Sutrinka regėjimas, sausėja oda lūžinėja nagai	Gyvūninės kilmės maisto produktuose: kiaušinio trynyje, svieste, kepenyse. Sintetinamas iš karotino (yra morkose)
B_1 (tiaminas)	Būtinas fermentų sudėčiai	Beriberio liga, nervų ligos	Javų grūdų luobelėje, rupioje duonoje
B_6 (piridoksinas)	Svarbus azoto, riebalų apykaitai, yra fermentų sudėtyje	Sutrinka centrinės nervų sistemos veikla, pažeidžiama oda	Sintetinamas organizme. Žuvyje, sėlenose, mielėse, pupelėse, žirniuose, mėsoje, kepenyse
B_{12} (cianko-balaminas)	Svarbus riebalų apykaitai, kraujodarai, fermentų veiklai	Piktybinė anemija, virškinimo ligos	Sintetinamas organizme. Kepenyse, inkstuose, žuvyje
C (askorbino rūgštis)	Svarbus sintetinant baltymus, medžiagų apykaitai	Skorbutas, greitas nuovargis, neatsparumas ligoms	Erškėtuogėse, juoduosiuose serbentuose, citrusiniuose vaisiuose, špinatuose, kopūstuose
D (kalciferolis)	Reguliuoja kalcio ir fosforo apykaitą	Rachitas	Žuvų taukuose, svieste, grietinėje, kiaušinio trynyje
E (tokoferolis)	Riebiųjų rūgščių apykaitai	Sumažėja lytinių hormonų	Daigintuose grūduose, aliejuje, piene, mėsoje, erškėtuogėse
PP (nikotin-amidas)	Fermentuose	Pelagra (pleiskanoja oda)	Duonoje, grikiuose, ryžiuose, bulvėse, morkose, žuvyje, mėsoje

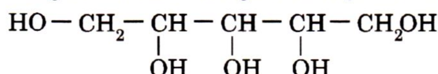
 1. Kokius junginius vadiname monosacharidais, disacharidais?

2. Celiuliozės ir krakmolo cheminė sudėtis tokia pati: $(C_6H_{10}O_5)_n$. Tačiau viena iš šių medžiagų maistui tinka, kita — ne. Paaiškinkite, kodėl.

3. Chitinas — polisacharidas, iš kurio sudaryti vėžio, vabzdžių kiautai. Voveraitėse yra nemaža chitino, gerokai daugiau negu baravykuose. Kuris grybas vertingesnis maistiniu požiūriu?

4. Koks produktas susidarys, skaidant rūgštimis ir vandeniu celiuliozę ir krakmolą? Kiek jo galima gauti iš 100 g šių polisacharidų?

5. Diabetikai vietoj cukraus vartoja ksilitą. Jo formulė:



Ar šis junginys yra angliavandenis? Kokiai junginių klasei jį priskirsite?

6. Paaiškinkite, kodėl rekomenduojama valgyti nepjaustytas daržoves.

7. Verdant mėsą, iš pradžių iškyla putos. Ar: a) suyra mėsoje esantys angliavandeniai; b) suyra riebalai, susidaro putojantis muilas; c) denatūruoja tirpūs baltymai; d) suyra baltymai, atsiskiria aminorūgštys?

8. Kokia reakcija vyksta kepant kiaušinienę?

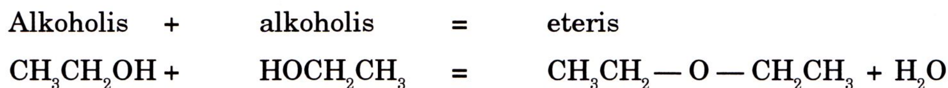
22. FUNKCINIŲ GRUPIŲ SAVYBIŲ APŽVALGA

Angliavandenilio liekana	+	Funkcinė grupė	→	Junginys	Rūgštis ar bazė
$CH_3CH_2—$		$—OH$		CH_3CH_2OH	Neutralus
$CH_3—$		$—C(=O)H$		$CH_3—C(=O)H$	Neutralus
$CH_3—$		$—C(=O)OH$		$CH_3—C(=O)OH$	Rūgštis
$CH_3CH_2—$		$—NH_2$		$CH_3CH_2NH_2$	Bazė

Funkcinė grupė nulemia junginio savybes, pagal kurias junginiai skirstomi į klases.

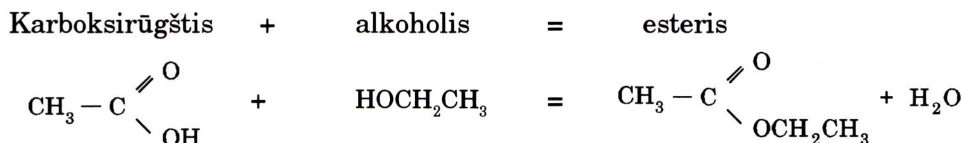
Sudėtinės funkcinės grupės

Alkoholis + alkoholis = eteris



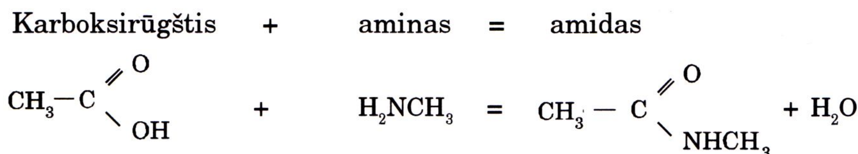
$$CH_3CH_2OH + HOCH_2CH_3 = CH_3CH_2—O—CH_2CH_3 + H_2O$$

Karboksirūgštis + alkoholis = esteris



$$CH_3—C(=O)OH + HOCH_2CH_3 = CH_3—C(=O)OCH_2CH_3 + H_2O$$

Karboksirūgštis + aminas = amidas

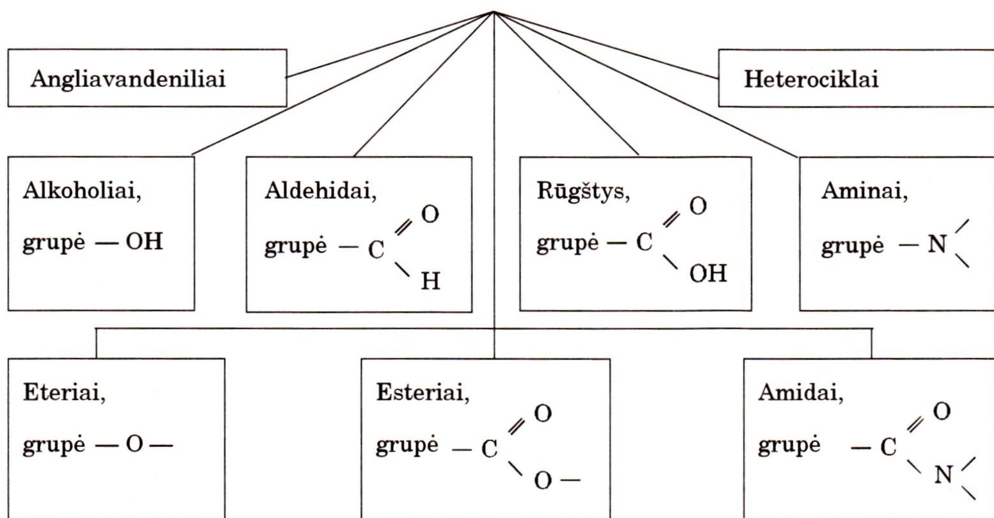


$$CH_3—C(=O)OH + H_2NCH_3 = CH_3—C(=O)NHCH_3 + H_2O$$

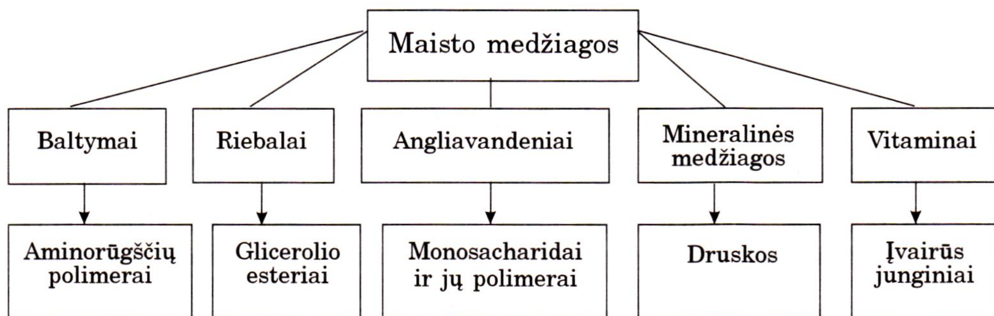


22. FUNKCINIŲ GRUPIŲ SAVYBIŲ APŽVALGA

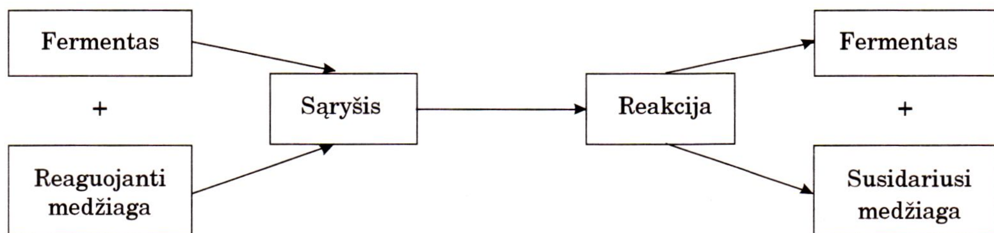
Organiniai junginiai



Angliavandenilio liekana keičia funkcinės grupės savybes. Funkcinė grupė keičia angliavandenilio liekanos savybes.



Fermento katalizės schema



IV

CHEMIJA IR APLINKA

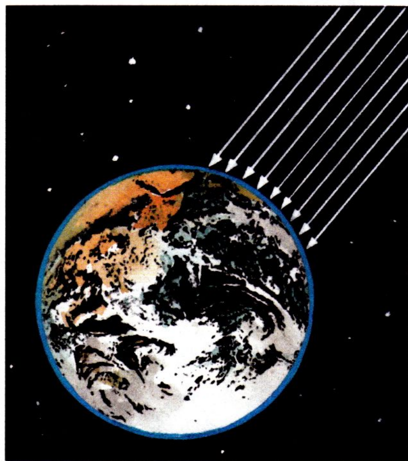
23. CHEMIJA IR APLINKA

Technikos ir technologijos plėtotė iš esmės pakeitė pasaulį. Kasdien vis daugiau perdirbama ir pagaminama naujų cheminių medžiagų, įvairių mišinių, naujų gaminių. Technikos poreikiams jų reikia vis daugiau. Tačiau gamybos procese neišvengiamai susidaro ir kaupiasi atliekos. Per pastarąjį šimtmetį į aplinką išmetama katastrofiškai daug įvairių teršalų. Taigi ar toliau galėsime gyventi Žemėje? Daug kas suskato kaltinti chemijos pramonę, pamiršdami, kad atmosferą, dirvožemį, vandenis teršia visa pramonė, transportas ir žmogaus ūkinė veikla apskritai.

Labai svarbu išsiaiškinti, kuo pavojingi išmetami pašaliniai produktai, ką daryti, kokias technologijas diegti, kad jų būtų kuo mažiau, kaip juos perdirbti, nukenksminti ir pan. Be chemikų pagalbos čia neišsiversime. Pabandykite susisteminti tas žinias, kurias įgijote, mokydamiesi chemijos, nagrinėdami chemijos ir aplinkos santykį.

23.1. ATMOSFERA

Žemė — nuostabi planeta. Didžiulį Žemės rutulį gaubiantis plonas atmosferos sluoksnis tarsi šydas saugo mūsų planetą nuo stingdančio kosminio šalčio, pražūtingo Saulės radiacijos poveikio (23.1 pav.).



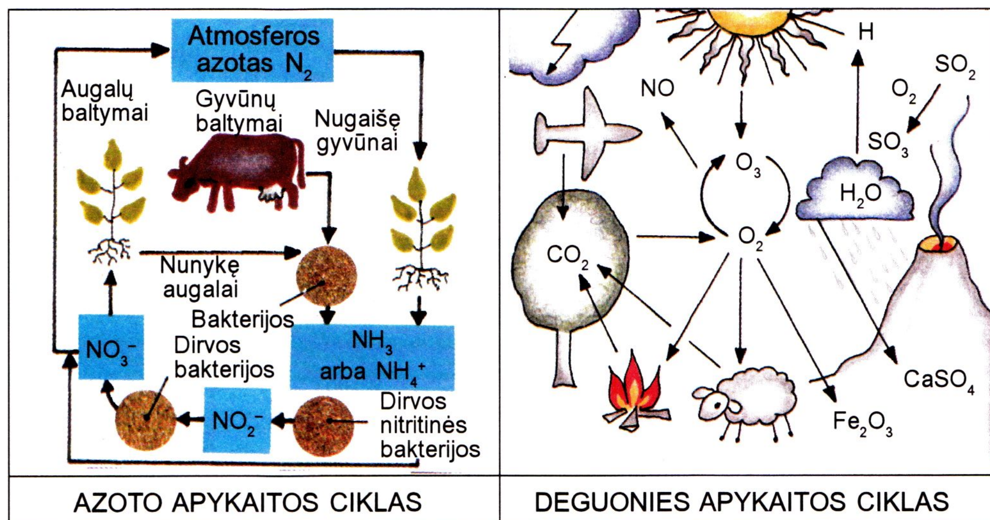
23.1 pav.

Mums kvėpuoti reikia deguonies. Antra vertus, įpratome, kad jis būtų „praskiestas" azoto dujomis, kurios kvėpuojant nekinta. Natūraliai gamtoje nusistovėjo apytiksliai pastovus tūrinis azoto ir deguonies dujų santykis, maždaug lygus 4:1. Kodėl jis ilgą laiką nekinta? Išnagrinėkime azoto ir deguonies apykaitos ratus ir prisiminkime visas juose vykstančias chemines reakcijas (23.2 ir 23.3 pav.).

Dėl šios apykaitos ciklų azoto ir deguonies kiekis išlieka pastovus.

Oksidacijos reakcijoms sunaudotas deguonies kiekis pasipildo fotosintezės dėka, kai anglies dioksidas virsta deguonimi.



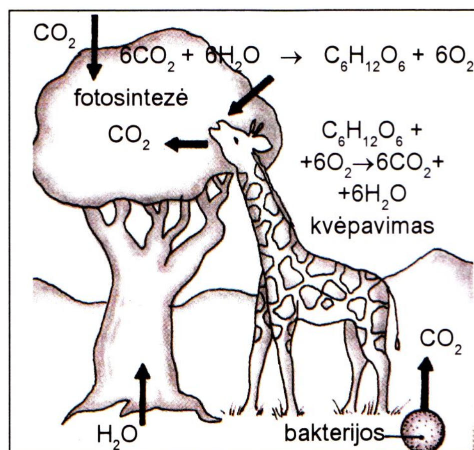


23.2 pav. **23.3 pav.**

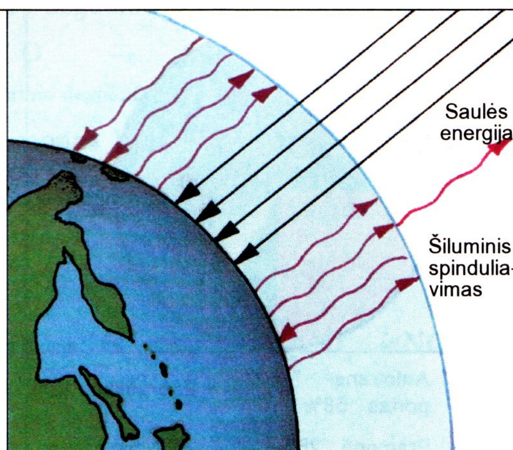
Tokiai darniai apykaitai žmogaus veikla gali padaryti neigiamą įtaką, sutrikdyti egzistuojančią pusiausvyrą. Beatodairiškai kertant miškus, deginant organinį kurą, sumažėja deguonies, sutrinka anglies apykaitos ciklas (23.4 pav.), todėl atsiranda „šiltnamio" efektas (23.5 pav.).

Gaminant ir neracionaliai, didžiuliais kiekiais naudojant chemines trąšas, naudojama daug oro azoto.

Be to, į atmosferą kaskart patenka ir tokių medžiagų, kurių natūraliai susidaro visai nedaug. Tai atmosferos teršalai.



23.4 pav.



23.5 pav.

23.2. ATMOSFEROS TERŠALAI. FOTOCHEMINIS SMOGAS

Išnagrinėkime 23.1 lentelę ir palyginkime atmosferos ir dėl žmogaus ūkinės veiklos atsiradusius teršalų kiekius.

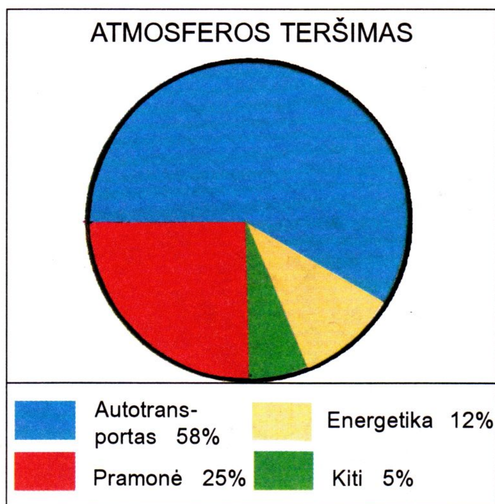
23.1 lentelė

Kasmet į atmosferą patenkantys teršalai (mln. tonų per metus)

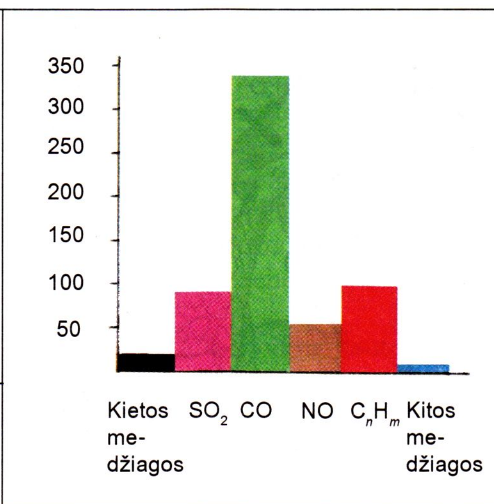
Junginys	Formulė	Natūraliai susidaro	Dėl žmogaus veiklos išmetama
Anglies dioksidas	CO_2	1 000 000	22 000
Anglies (II) oksidas	CO	2 100	700
Sieros dioksidas	SO_2	20	212
Metanas	CH_4	1 050	160
Kiti angliavandeniliai	C_nH_m	20 000	40
Azoto oksidai	NO_x	180	75
Amoniakas	NH_3	260	6
Vandenilio sulfidas	H_2S	84	3

Atmosferą teršia ir Lietuvos pramonė bei transportas (23.6 pav.). Kiek kasmet Lietuvoje išmetama teršalų (tūkst. tonų), matote 23.7 paveiksle.

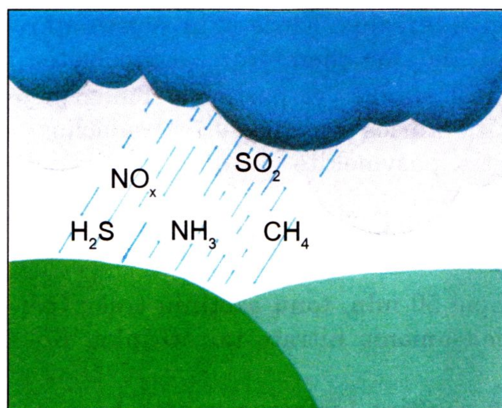
Susidarę teršalai reaguoja su aplinkos medžiagomis. Jau žinome, kad sieros ir azoto oksidai rūgština kritulius, reaguoja su dirvoje esančiomis medžiagomis (23.8 pav.).



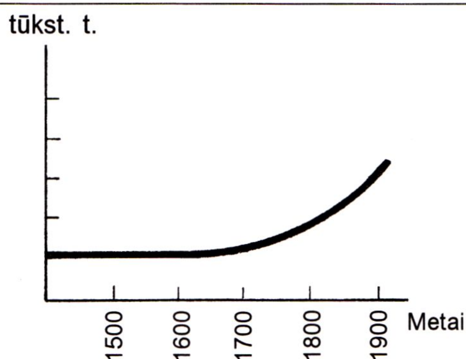
23.6 pav.



23.7 pav.



23.8 pav.



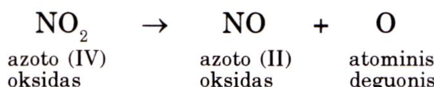
23.9 pav.

Anglies (IV) oksido atmosferoje tolydžiai daugėja. Jis susidaro, deginant organinį kurą, taip pat kvėpuojant. Ypač jo pagausėjo per pastarąjį šimtmetį (23.9 pav.).

Po kurio laiko atmosferos teršalai, palikę žalingus pėdsakus gamtoje, išnyksta.

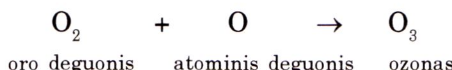
Yra kitokie šių kenksmingų dujų virsmai, kuriuos skatina saulės šviesa. Ne vienam turbūt teko matyti, kad virš didžiųjų miestų (Vilniaus, Kauno) centrų ir pramoninių rajonų saulėtą dieną tvyro dūmai. Kodėl?

Atmosferos teršalai — azoto oksidai, anglies (II) oksidas, angliavandeniliai — sukelia *fotocheminį smogą*. Saulės šviesa skaido azoto (IV) oksidą:



$$\underset{\text{azoto (IV) oksidas}}{NO_2} \rightarrow \underset{\text{azoto (II) oksidas}}{NO} + \underset{\text{atominis deguonis}}{O}$$

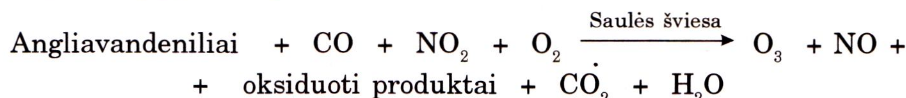
Atominis deguonis reaguoja su oro deguonimi, susidaro ozonas:



$$\underset{\text{oro deguonis}}{O_2} + \underset{\text{atominis deguonis}}{O} \rightarrow \underset{\text{ozonas}}{O_3}$$

Nedideliame aukštyje susidaręs ozonas labai pavojingas. Tai nuodinga medžiaga, labai stiprus oksidatorius. Jis greitai oksiduoja esančius ore angliavandenilius, paversdamas juos skystais ar kietais junginiais. Todėl ir matome pakibusias daleles.

Šią reakciją galima pavaizduoti tokia schema:



$$\text{Angliavandeniliai} + CO + NO_2 + O_2 \xrightarrow{\text{Saulės šviesa}} O_3 + NO + \\ + \text{oksiduoti produktai} + CO_2 + H_2O$$

Kiekviena cheminė reakcija, kuri vyksta veikiama šviesos, vadinama *fotochemine reakcija*.



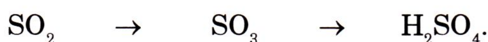
1. Išvardykite pagrindinius atmosferos teršalus. Kurie iš jų rūgština kritulius? Parašykite rūgštinių kritulių susidarymo cheminių reakcijų lygtis.

2. Kodėl azoto ir deguonies kiekis atmosferoje yra pastovus? Išnagrinėję paragrafe pateiktas schemas, nustatykite, kurios reakcijos yra oksidacijos, o kurios — redukcijos. Parašykite jų lygtis, pažymėkite oksidatorių ir reduktorių, perėjusių elektronų skaičių.

3. Kurio tipo reakcijos vyksta, iš oro susidarant azoto junginiams chemiškai ir natūraliu būdu?

4. Pasaulyje kasmet pagaminama apie 50 mln. tonų azotinių trąšų (perskaičiavus į azotą). Apskaičiuokite, kiek amonio nitrato tai atitinka. Koks tūris azoto sunaudojamas?

5. Apskaičiuokite, kiek tonų sieros rūgšties Lietuvoje galima būtų pagaminti iš išmetamo kasmet 100 000 tonų sieros dioksido. Naudokitės schema:



$$SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4.$$

6. Kodėl, iškritus „rūgščiam lietui", upių ir ežerų vanduo nepasidaro rūgštus? Parašykite atitinkamas reakcijų lygtis, pademonstruokite, kaip neutralizuojami rūgštūs krituliai. Kodėl vandenyje padaugėja mineralinių medžiagų?

7. Namui šildyti kasmet sudeginama 3,2 t akmens anglių. Jose yra 2 % sieros. Koks tūris (n. s.) sieros (IV) oksido išsiskiria sudegus anglims?

8. Kas yra fotocheminis smogas? Kada jis greičiau susidaro — karštą ar šaltą dieną? Kodėl?

9. Kasmet Lietuvoje sunaudojama apie 4 mln. tonų naftos produktų. Laikydami, kad juose yra 85 % anglies, apskaičiuokite, kokia masė anglies (IV) oksido susidaro deginant šį kurą.

10. Lietuvoje dar naudojami freonai. Kuo jie kenksmingi? Apskaičiuokite, koks tūris freonų išmetamas Lietuvoje per metus, jei jų masė lygi 2 500 tonų. Laikykite, kad freono formulė yra CCl_3F.

23.3. VANDUO

Vandens svarba gyvajam ir negyvajam pasauliui neįkainojama. Net iki 70 % žmogaus kūno masės sudaro vanduo, jis dengia 2/3 Žemės paviršiaus. Atrodytų, kad jo turime pakankamai. Deja, taip nėra.

Įsivaizduokime, kad visą Žemėje esantį vandenį galima supilti į vieną statinę. Tada visos jo atmainos atrodys taip (23.10 pav.).

Taigi gėlas vanduo sudaro tik nedidelę visos Žemės vandens dalį. Kai kurioms šalims jo labai trūksta. Lietuva yra drėgmės pertekliaus zonoje. Tačiau neracionaliai naudojant arba teršiant vandenį, greitai jo gali pritrūkti ir pas mus.



23.10 pav.

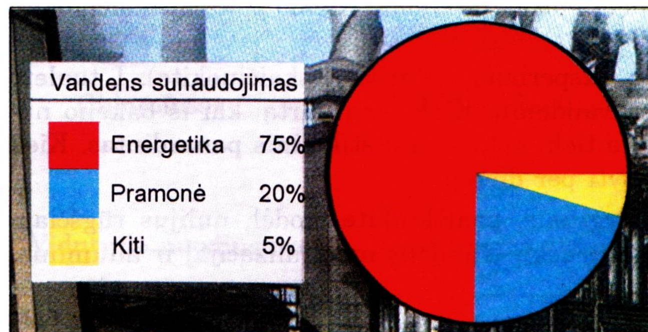
Lietuvoje kasmet sunaudojama apie 4 mlrd. kubinių metrų vandens, daugiausia — energetikoje ir pramonėje (23.11 pav.).

Išnagrinėkite 23.12 lentelę ir išsiaiškinkite, kur buityje daugiausia sunaudojama vandens.

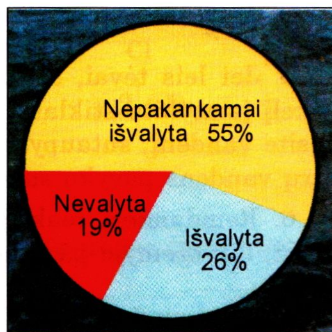
23.2 lentelė

Sunaudojamo vandens kiekis, litrais	
Vonia	130
Dušas	7 — 15 (per minutę)
Indų plovimas	3 — 6 (per minutę)
Tualetas	8 — 11 (vienam nuplovimui)

Lietuvoje didžioji dalis sunaudojamo vandens yra nepakankamai išvaloma (23.12 pav.). Patekęs į atvirus telkinius, nevalytas vanduo gali užteršti požeminius vandenis.



23.11 pav.



23.12 pav.



23.3. VANDUO

Kokiomis cheminėmis medžiagomis teršiamas vanduo? Išnagrinėkite 23.3 lentelę ir padarykite išvadas, kiek vagonų teršalų patenka į mūsų upes ir ežerus.

23.3 lentelė

Teršalai	Vagonų* skaičius per metus
Naftos produktai	5,7
Fosforas (tirpus fosfatas PO_4^{3-})	24
Azotas (NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-)	177
Geležis	3
Sunkieji metalai (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Pb)	3,5

Rūgščių lietų veikiami, tirpsta dirvos karbonatai, aliuminio oksidas. Todėl vandenyje padidėja druskų kiekis. Apskaičiuota, kad, pradėjus veikti Lietuvos elektrinei (Elektrėnuose), druskų aplinkinių telkinių vandenyje padaugėjo. Iš dirvos tirpių junginių pavidalu gali būti plaunamas aliuminis. Tai nuodingas elementas.

Vandens apsaugai turi būti skiriamas didesnis dėmesys negu iki šiol. Čia gali pagelbėti chemikai, siūlydami, kaip išvalyti užterštą vandenį, kaip pritaikyti technologijas be atliekų.

1. Kodėl reikia tausoti vandenį? Apskaičiuokite, kiek Lietuvoje sunaudojamo vandens (m^3) tenka kiekvienam gyventojui. Kiek kubinių metrų vandens per metus Lietuvos gyventojas sunaudoja buityje? (Remkitės 23.2 lentele.)

2. Kaip teršalai iš atvirų vandens telkinių gali patekti į žmogaus organizmą?

3. Baltijos jūros tūris 20 300 km^3. Žemės atmosferoje yra $12 \bullet 10^{12}$ tonų vandens garų. Kokia tai būtų Baltijos jūros dalis?

4. Lietuvoje vidutiniškai kasmet iškrenta apie 700 mm kritulių. Vadinasi, vanduo galėtų apsemti žemę 70 cm gylio sluoksniu. Apskaičiuokite, koks tūris vandens iškrenta kasmet į jūsų mokyklos kiemą. Kiemo plotą apskaičiuokite patys.

5. Jei leis tėvai, atlikite eksperimentą (arba apskaičiuokite). Į tualeto bakelį įstatykite stiklainį su vandeniu. Kiekvieną kartą, kai iš bakelio nuleisite vandenį, sutaupysite jo tiek, kokio tūrio stiklainis panardintas. Kiek litrų vandens pavyko sutaupyti per dieną?

6. Remdamiesi reakcijų lygtimis, paaiškinkite, kodėl, nulijus rūgščiam lietui, dirvožemyje padaugėja druskų (vandens mineralizacija) ir aliuminio.

---

* Vagono masė lygi 60 t.

23.4. DIRVOŽEMIS

Lietuvos laukai, ramunėm ir beržeiais
Ir auksinių kviečių biržėm papuošti,
Jūsų kloniai lygūs, jūsų pievos žalios,
Šaltinėliai jūsų skaidrūs ir šalti <...>

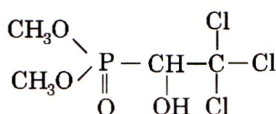
B. Brazdžionis. Lietuvos laukai.

Kiek daug gražių posmų, dainų sudėta apie žemę! Tai ir žemė — maitintoja, motina žemelė ir kt. Kiek nutapyta paveikslų, sukurta muzikos! Lietuvoje yra apie 2,5 mln. ha ariamos žemės, taigi kiekvienam šalies gyventojui tenka po 0,65 ha. Mūsų šalis yra intensyvios žemdirbystės kraštas. Žemės ūkis naudoja nemažai įvairiausių cheminių junginių, vadinamų pesticidais, skirtų kovai su kenkėjais (insekticidai), piktžolėmis (herbicidai) ir augalų ligomis (fungicidai). Pesticidų klasifikavimas ir jų paskirtis pavaizduota 23.13 paveiksle.

Matyti, kad tai organiniai junginiai, turintys chloro arba fosforo. Šios medžiagos nuolat keičiamos, randama naujų, efektyvesnių, o svarbiausia — greičiau suskylančių junginių. Lietuvoje atlikti tyrimai parodė, kad didelė dalis panašios sudėties medžiagų ilgai lieka žemėje nepakitusios. Parazitai ir ligų sukėlėjai pamažu pripranta prie šių junginių, kaskart jiems reikia vis naujų dozių. Šios medžiagos kaupiasi dirvožemyje, augaluose ir gyvūnuose. Dažnai neigiamas jų poveikis išryškėja tik po 10—15 ar daugiau metų.

Pesticidai

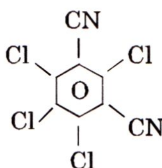
Insekticidai



Chlorofosas

Vidutinio nuodingumo

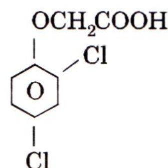
Fungicidai



Chlortalonilas

Pavojingas žuvims

Herbicidai



2,4-D

Pavojingas žinduoliams

23.13 pav.

DDT — insekticidas, uždraustas naudoti daugelyje valstybių, taip pat ir Lietuvoje. Nors šis insekticidas seniai nenaudojamas, jo pėdsakų žemėje randama iki šiol.

Ekonomiškai išsivysčiusiose šalyse pesticidais apdorojamos tik techninės kultūros: linai, cukriniai runkeliai ir pan. O vietoj pesticidų efektyviai galima taikyti biologinius kovos metodus, gerą sėjomainą. Be to, nustatyta, kad nuo pesticidų žūva apie 20—70 % naudingųjų vabzdžių, naikinančių kenkėjus. Taigi, jei derlius iš pradžių ir padidėja, vėliau beveik du kartus pagausėja kenksmingų vabzdžių. Vadinasi, reikia didinti pesticidų dozes. Susidaro užburtas ratas.

Kai kuriose valstybėse pradedama plėtoti ekologinė žemdirbystė, kurioje apsieinama be mineralinių trąšų ir pesticidų.

Dirva teršiama dar ir kitokiomis medžiagomis. Prie automagistralių auginami žemės ūkio augalai turi nemaža švino. Jis kaupiasi nusėdus iš automobilių išmetamųjų dujų švino junginiams, kai naudojamas etiliuotas benzinas, t. y. benzinas, turintis tetraetilšvino. Lietuvoje imtasi gaminti bešvinį benziną.

Labai svarbi problema — besikaupiančios kietos atliekos. Jų Lietuvoje kasmet susidaro daugiau kaip po 5 t kiekvienam gyventojui. Dalis tokių atliekų yra pavojingos, turi sunkiųjų metalų.

Atliekų perdirbimas ir nukenksminimas — didžiulė nūdienos ir ateities problema. Neišsprendę jos, turėsime užterštus Lietuvos laukus, pakenksime gamtai, o drauge ir sau.

 1. Kaip teršalai, pakliuvę į dirvožemį, patenka žmogui?

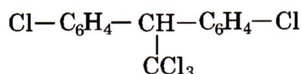
2. Istorikai vartoja terminą — kultūrinis sluoksnis. Juo senesni radiniai randami kasinėjant, juo jie yra gilesniame kultūriniame sluoksnyje. Iš ko jis susidaro?

3. Kodėl viršutiniame dirvos sluoksnyje anglies masės dalis yra didesnė negu gilesniuose sluoksniuose?

4. Atliekoms kaupti paruošta duobė. Kuri geresnė: a) gili; b) sekli; c) išklota molio sluoksniu?

Paaiškinkite, kodėl.

5. Apskaičiuokite chloro masės dalį pesticide DDT. Jo formulė:



6. Iš muselės drozofilos išskirtas fermentas DDT dehidrochlorinazė katalizuoja vandenilio chlorido molekulės atskilimą nuo DDT molekulės. Susidaro nesočiojo angliavandenilio darinys. Parašykite reakcijos lygtį.

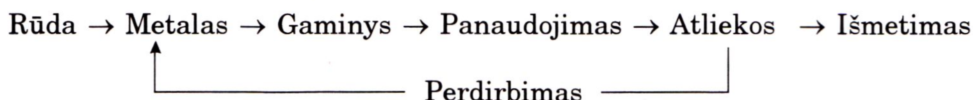
23.5. KĄ GALI IR KO NEGALI CHEMIJA?

Ar įsivaizduotume savo gyvenimą be spalvingų drabužių, gražių vitrinų, automobilių, vaistų, šiltų būstų, t. y. be visų tų malonumų, kuriuos teikia civilizacija. Chemijos mokslas plėtojosi kartu su kitais mokslais, spręsdamas iškilusias problemas (23.14 pav.).

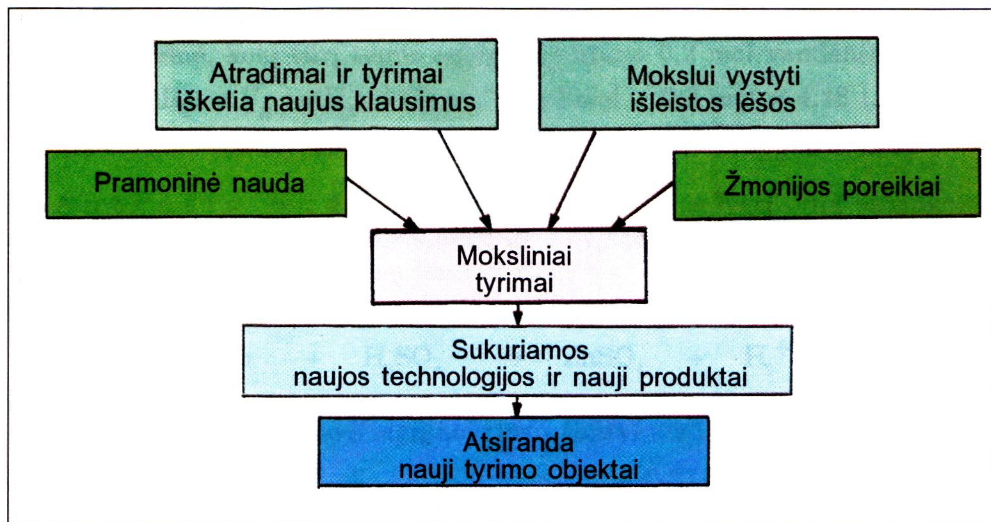
Pažinimo procesas begalinis ir nenutrūkstamas. Vėl reikia lėšų, atsiranda nauji poreikiai, plėtojama gamyba, gaunamas pelnas ir t. t.

Aplinkos apsaugos problema atsirado plėtojantis mokslui ir gamybai. Iškilo žmonijos išlikimo klausimas. Ką gi čia gali padaryti chemija ir chemikai? Daug kas dėl ekologinių problemų kaltina būtent šį mokslą. O juk gamtai kenkiame visi.

Chemikai ieško sprendimų ir juos randa. Vienas iš tokių yra naujų beatliekių technologijų kūrimas. Išnagrinėkite, pavyzdžiui, kaip galima panaudoti netinkamus metalo dirbinius:



Daugelyje šalių produkcija gaminama su ženklais, nurodančiais, kad gaminiai dar tinka perdirbimui arba pagaminti iš antrinių žaliavų (23.15 pav.).



23.14 pav.



23.5. KĄ GALI IR KO NEGALI CHEMIJA?



23.15 pav.

Daug kas priklauso nuo visos visuomenės, kiekvieno jos nario požiūrio į aplinką. Chemija, kaip gamtos mokslas, padeda giliau suprasti ir spręsti iškylančias problemas. Tačiau net geriausi pasaulio mokslininkų laimėjimai nueis perniek, jei visuomenė bus abejinga mūsų bendriems namams, pagaliau mūsų pačių sveikai gyvensenai.

Gilindamiesi į gamtos mokslų paslaptis, supratome, kad visuomenės progresą lemia mokslo laimėjimai. Chemijos mokslo indėlis taip pat labai svarus. Galima drąsiai tvirtinti, kad be chemijos neįsivaizduojama tolesnė visos visuomenės raida.

PRIEDAI



SKAIČIAVIMAI PAGAL CHEMINIŲ REAKCIJŲ LYGTIS

I. PRADINĖS MEDŽIAGOS ARBA REAKCIJOS PRODUKTO TŪRIO APSKAIČIAVIMAS, KAI ŽINOMA KITOS MEDŽIAGOS (SUSIDARANČIOS AR PRADINĖS) MASĖ, MASĖS DALIS, TŪRIS ARBA KONCENTRACIJA

1 uždavinys. Reaguojant 13 g cinko su sieros rūgštimi, išsiskiria vandenilio dujos. Apskaičiuokite jų tūrį.

Sprendimas

P i r m a s i s b ū d a s. 1) Parašome reakcijos lygtį:



$$\underset{1\ \text{mol}}{Zn} + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + \underset{1\ \text{mol}}{H_2}\uparrow$$

Taigi iš 1 mol cinko susidaro 1 mol vandenilio dujų.
2) Apskaičiuojame sureagavusio cinko kiekį moliais:

$$n(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})};\ n(\text{Zn}) = \frac{13\ \text{g}}{65\ \text{g/mol}} = 0{,}2\ \text{mol.}$$

Iš reakcijos lygties matome, kad išsiskyrė 0,2 mol vandenilio.

3) Žinodami, kad 1 mol dujų tūris normaliomis sąlygomis lygus 22,4 l, apskaičiuojame, kokį tūrį tomis sąlygomis užims 0,2 mol vandenilio dujų:

$$V(H_2) = V_M \cdot n(H_2);\ V(H_2) = 22{,}4\ \text{l/mol} \cdot 0{,}2\ \text{mol} = 4{,}48\ \text{l.}$$

Atsakymas: išsiskyrusių vandenilio dujų tūris (n. s.) lygus 4,48 l.

A n t r a s i s b ū d a s. 1) Parašome reakcijos lygtį. Virš atitinkamų cheminių formulių ir po jomis surašome sąlygoje nurodytas mases, ieškomą dydį, apskaičiuotą molio masę, molinį tūrį:



$$\underset{65\ \text{g/mol}}{\overset{13\ \text{g}}{Zn}} + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + \underset{22{,}4\ \text{l/mol}}{\overset{x\ \text{l}}{H_2}}\uparrow$$

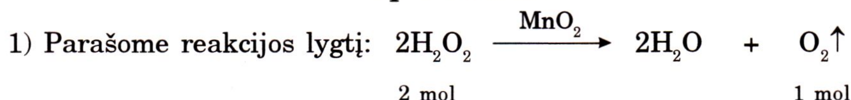
2) Apskaičiuojame medžiagų bei tūrių santykius ir sudarome proporciją:

$$\frac{13\ \text{g}}{65\ \text{g/mol}} = \frac{x\ \text{l}}{22{,}4\ \text{l/mol}};\qquad \text{iš čia } x = \frac{13\ \text{g} \cdot 22{,}4\ \text{l/mol}}{65\ \text{g/mol}} = 4{,}48\ \text{l.}$$

Atsakymas: išsiskyrusių vandenilio dujų tūris (n. s.) lygus 4,48 l.

2 uždavinys. Koks tūris deguonies (n. s.) susidarys, suskaidžius 20 g 20 % koncentracijos vandenilio peroksido tirpalo (katalizatorius — mangano dioksidas)?

Sprendimas



1) Parašome reakcijos lygtį: $2H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O + O_2\uparrow$

2 mol — 1 mol

Remdamiesi ja, sužinome, kad iš 2 mol vandenilio peroksido susidaro 1 mol deguonies.

2) Apskaičiuojame gryno vandenilio peroksido masę:

$$w(H_2O_2) = \frac{m(\text{gryno } H_2O_2)}{m(\text{tirpalo})} \cdot 100\%; \text{ iš čia}$$

$$m(\text{gryno } H_2O_2) = \frac{w(H_2O_2) \cdot m(\text{tirpalo})}{100\%} \Rightarrow m(\text{gryno } H_2O_2) = \frac{34\,\% \cdot 20\text{ g}}{100\,\%} = 6{,}8\text{ g}$$

3) Apskaičiuojame vandenilio peroksido kiekį:

$$n(H_2O_2) = \frac{m(\text{gryno } H_2O_2)}{M(H_2O_2)}; \quad n(H_2O_2) = \frac{6{,}8\text{ g}}{34\text{ g/mol}} = 0{,}2\text{ mol.}$$

4) Iš reakcijos lygties matome, kad susidaro 0,1 mol deguonies.

5) Apskaičiuojame, kokį tūrį (n. s.) užims 0,1 mol deguonies (molinis dujų tūris V_M = 22,4 l/mol):

$$V(O_2) = V_M \cdot n(O_2); \; V(O_2) = 22{,}4\text{ l/mol} \cdot 0{,}1\text{ mol} = 2{,}24\text{ l.}$$

Atsakymas: susidarys 2,24 l deguonies (n. s.).

3 uždavinys. Kokio tūrio vandenilio reikės 16 g vario (II) oksido redukuoti?

Sprendimas

1) Parašome reakcijos lygtį:



$$H_2 + CuO \rightarrow Cu + H_2O$$

1 mol — 1 mol

Sužinojome, kad 1 mol vandenilio gali redukuoti 1 mol vario (II) oksido.

2) Apskaičiuojame vario (II) oksido kiekį moliais:

$$n(CuO) = \frac{m(CuO)}{M(CuO)}; \quad n(CuO) = \frac{16\text{ g}}{80\text{ g/mol}} = 0{,}2\text{ mol.}$$

3) Remdamiesi reakcijos lygtimi, sužinome, kad reikės 0,2 mol vandenilio.

4) Apskaičiuojame, kokį tūrį (n. s.) užims šis dujų kiekis:

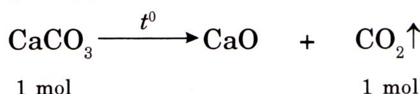
$$V(H_2) = V_M \cdot n(H_2); \quad V(H_2) = 22{,}4\ \text{l/mol} \cdot 0{,}2\ \text{mol} = 4{,}48\ \text{l}.$$

Atsakymas: reikės 4,48 l vandenilio (n. s.).

4 uždavinys. Iškaitinus 6,25 g techninės kreidos, gauta 11,2 l (n. s.) dujų. Kiek priemaišų (procentais) buvo techninėje kreidoje?

Sprendimas

1) Parašome reakcijos lygtį:



$$\underset{1\ \text{mol}}{CaCO_3} \xrightarrow{t^0} CaO + \underset{1\ \text{mol}}{CO_2\uparrow}$$

Vadinasi, iš 1 mol kalcio karbonato susidaro 1 mol CO_2 dujų.

2) Apskaičiuojame šių dujų kiekį:

$$n(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{V_M}; \quad n(CO_2) = \frac{11{,}2\ \text{l}}{22{,}4\ \text{l/mol}} = 0{,}05\ \text{mol}.$$

3) Remdamiesi reakcijos lygtimi, nustatome, kad suskilo 0,05 mol kalcio karbonato.

4) Jo masė lygi:

$$m(CaCO_3) = n(CaCO_3) \cdot M(CaCO_3); \quad m(CaCO_3) = 0{,}05\ \text{mol} \cdot 100\ \text{g/mol} = 5\ \text{g}.$$

5) Apskaičiuojame kalcio karbonato masės dalį kreidoje:

$$w(CaCO_3) = \frac{m(CaCO_3)}{m(\text{kreidos})} \cdot 100\ \%; \quad w(CaCO_3) = \frac{5\ \text{g}}{6{,}25\ \text{g}} \cdot 100\ \% = 80\ \%.$$

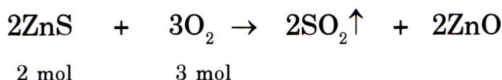
Priemaišų yra 100 % – 80 % = 20 %.

Atsakymas: techninėje kreidoje buvo 20 % priemaišų.

5 uždavinys. Kokio tūrio oro (n. s.) reikės 9,7 g cinko sulfido sudeginti? Ore yra 21 % deguonies (tūrio atžvilgiu).

Sprendimas

1) Parašome reakcijos lygtį:



$$\underset{2\ \text{mol}}{2ZnS} + \underset{3\ \text{mol}}{3O_2} \rightarrow 2SO_2\uparrow + 2ZnO$$

Iš jos matome, kad 2 mol cinko sulfido sudeginti reikia 3 mol deguonies.

2) Apskaičiuojame cinko sulfido kiekį:

$$n(ZnS) = \frac{m(ZnS)}{M(ZnS)}; \qquad n(ZnS) = \frac{9{,}7\ g}{97\ g/mol} = 0{,}1\ mol.$$

3) Šiai reakcijai reikia 0,15 mol deguonies. Tai sudaro:

$$V(O_2) = n(O_2) \cdot V_M; \qquad V(O_2) = 0{,}15\ mol \cdot 22{,}4\ l/mol = 3{,}36\ l.$$

4) Kadangi ore yra tik 21% deguonies, sudarome proporciją:

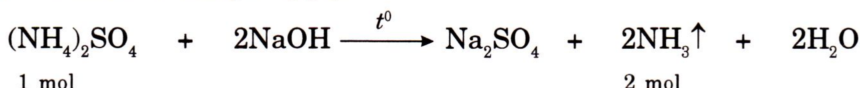
$$\frac{21\ \%}{100\ \%} = \frac{3{,}36\ l}{x\ l}; \qquad \text{iš čia } x = \frac{3{,}36\ l \cdot 100\%}{21\ \%} = 16\ l.$$

Atsakymas: reikės 16 l oro (n. s.).

6 uždavinys. Virinant 80 cm^3 amonio sulfato tirpalo su natrio šarmu, išsiskyrė 8,96 l amoniako (n. s.). Kokia buvo šio tirpalo molinė koncentracija?

Sprendimas

1) Parašome reakcijos lygtį:



$$\underset{1\ mol}{(NH_4)_2SO_4} + 2NaOH \xrightarrow{t^0} Na_2SO_4 + \underset{2\ mol}{2NH_3\uparrow} + 2H_2O$$

Vadinasi, iš 1 mol amonio sulfato susidaro 2 mol amoniako.
2) Apskaičiuojame, kiek amoniako išsiskyrė šioje reakcijoje:

$$n(NH_3) = \frac{V(NH_3)}{V_M}; \qquad n(NH_3) = \frac{8{,}96\ l}{22{,}4\ l/mol} = 0{,}4\ mol.$$

3) Iš reakcijos lygties aišku, kad sureagavo 0,2 mol amonio sulfato.
4) Laikydami, kad 1000 cm^3 yra x molių medžiagos, galime sudaryti proporciją:

$$\frac{80\ cm^3}{1000\ cm^3} = \frac{0{,}2\ mol}{x\ mol}; \qquad \text{iš čia } x = \frac{1000\ cm^3 \cdot 0{,}2\ mol}{80\ cm^3} = 2{,}5\ mol.$$

Tirpalo koncentracija yra 2,5 mol/l.

Atsakymas: amonio sulfato molinė koncentracija buvo 2,5 mol/l.

7 uždavinys. Į 200 cm^3 kalio šarmo tirpalo, kurio koncentracija lygi 1,4 mol/l, prileista 6,272 l (n. s.) anglies (IV) oksido. Apskaičiuokite, kokia druska susidarė ir kokia jos masė.

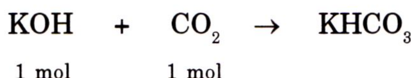
Sprendimas

1) Kalio šarmas su anglies (IV) oksidu gali reaguoti dviem būdais:
a) jei yra šarmo perteklius, tai



$$\underset{2\ mol}{2KOH} + \underset{1\ mol}{CO_2} \rightarrow K_2CO_3 + H_2O$$

b) jei yra anglies (IV) oksido perteklius, tai



$$\underset{1\ \text{mol}}{KOH} + \underset{1\ \text{mol}}{CO_2} \rightarrow KHCO_3$$

Taigi a) reakcijoje medžiagų molinis santykis yra 2:1, b) reakcijoje — 1:1.

2) Apskaičiuojame, kiek molių x kalio šarmo yra 200 cm^3 jo tirpalo:

$$\frac{200\ cm^3}{1000\ cm^3} = \frac{x}{1{,}4\ mol}; \qquad x = \frac{200\ cm^3 \cdot 1{,}4\ mol}{1000\ cm^3} = 0{,}28\ mol.$$

3) Apskaičiuojame anglies (IV) oksido molių skaičių:

$$n(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{V_M}; \qquad n(CO_2) = \frac{6{,}272\ l}{22{,}4\ l/mol} = 0{,}28\ mol.$$

Vadinasi, reaguojančių medžiagų santykis lygus 0,28 mol : 0,28 mol, t. y. 1:1. Taigi vyko b) reakcija. Susidarė 0,28 mol kalio vandenilio karbonato.

4) Kalio vandenilio karbonato masė lygi:

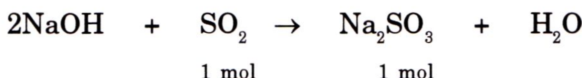
$$m(KHCO_3) = n(KHCO_3) \cdot M(KHCO_3); \quad m(KHCO_3) = 0{,}28\ mol \cdot 100\ g/mol = 28\ g.$$

Atsakymas: susidarė 28 g kalio vandenilio karbonato.

8 uždavinys. Natrio hidroksido tirpalo masė lygi 80 g. Į jį prileista 3,36 l (n. s.) sieros (IV) oksido. Apskaičiuokite, kiek natrio sulfito susidarė ir kokia gauto tirpalo procentinė sudėtis.

Sprendimas

1) Reakcijos lygtis:



$$2NaOH + \underset{1\ \text{mol}}{SO_2} \rightarrow \underset{1\ \text{mol}}{Na_2SO_3} + H_2O$$

Matome, kad iš 1 mol sieros (IV) oksido susidaro 1 mol natrio sulfito.

2) Apskaičiuojame sureagavusių dujų kiekį:

$$n(SO_2) = \frac{V(SO_2)}{V_M}; \quad n(SO_2) = \frac{3{,}36\ l}{22{,}4\ l/mol} = 0{,}15\ mol.$$

3) Apskaičiuojame sugerto sieros oksido masę:

$$m(SO_2) = n(SO_2) \cdot M(SO_2); \ m(SO_2) = 0{,}15\ mol \cdot 64\ g/mol = 9{,}6\ g.$$

4) Sugėręs sieros (IV) oksidą, tirpalas pasunkėjo 9,6 g. Bendra tirpalo masė pasidarė lygi m(tirpalo) = 80 g + 9,6 g = 89,6 g.

5) Susidariusio natrio sulfito kiekis lygus sieros (IV) oksido kiekiui (0,15 mol). Šios medžiagos masė lygi:

$$m(Na_2SO_3) = n(Na_2SO_3) \cdot M(Na_2SO_3); \quad m(Na_2SO_3) = 0{,}15\ mol \cdot 126\ g/mol = 18{,}9\ g.$$

6) Natrio sulfito masės dalis gautajame tirpale lygi:

$$w(Na_2SO_3) = \frac{m(Na_2SO_3)}{M(\text{tirpalo})} \cdot 100\ \%; \quad w(Na_2SO_3) = \frac{18{,}9\ g}{89{,}6\ g} \cdot 100\ \% = 21\ \%.$$

Atsakymas: susidarė 18,9 g natrio sulfito, kurio masės dalis 21 %.

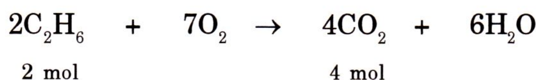
Pastaba: 2—8 uždavinius galima spręsti ir kitais būdais, analogiškais 1 uždavinio sprendimui.

II. REAKCIJOS TARP DUJINIŲ MEDŽIAGŲ (TŪRIŲ SKAIČIAVIMAI)

1 uždavinys. Apskaičiuokite, koks tūris (n. s.) anglies (IV) oksido susidarys sudeginus 13,44 l (n. s.) etano dujų.

Sprendimas

Pirmasis būdas. 1) Parašome reakcijos lygtį:



$$2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$$

2 mol (po $2C_2H_6$), 4 mol (po $4CO_2$)

Remdamiesi ja, nustatome, kad iš 2 mol etano susidaro 4 mol anglies (IV) oksido.

2) Apskaičiuojame sudegusio etano kiekį:

$$n(C_2H_6) = \frac{V(C_2H_6)}{V_M}; \quad n(C_2H_6) = \frac{13{,}44\ l}{22{,}4\ l} = 0{,}6\ mol.$$

3) Vykstant reakcijai, susidaro 2 ·0,6 mol = 1,2 mol CO_2.

4) Apskaičiuojame susidariusio CO_2 tūrį:

$$V(CO_2) = n(CO_2) \cdot V_M; \quad V(CO_2) = 1{,}2\ mol \cdot 22{,}4\ l/mol = 26{,}88\ l.$$

Atsakymas: susidarys 26,88 l anglies (IV) oksido.

Antrasis būdas. 1) Koeficientai prieš dujinių medžiagų formules reiškia tūrinį tų medžiagų santykį:



$$2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$$

2 tūriai (po $2C_2H_6$), 4 tūriai (po $4CO_2$)

2) Iš vieno tūrio etano gaunama dvigubai didesnis tūris anglies (IV) oksido, vadinasi, po reakcijos anglies (IV) oksido tūris lygus:

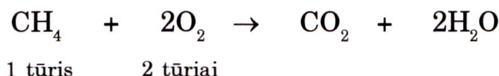
$$V(CO_2) = 2V(C_2H_6); \quad V(CO_2) = 2 \cdot 13{,}44\ l = 26{,}88\ l.$$

Atsakymas: susidarys 26,88 l CO_2.

2 uždavinys. Kokio tūrio (n. s.) oro, kuriame yra 21% tūrio deguonies, reikės 5 m^3 (n. s.) metano sudeginti?

Sprendimas

1) Parašome reakcijos lygtį:



$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

1 tūris — 2 tūriai

Matyti, kad vienam tūriui metano sudeginti reikės 2 tūrių deguonies.

2) Reikalingo reakcijai deguonies tūris lygus:

$$V(O_2) = 2V(CH_4); \quad V(O_2) = 2 \cdot 5\ m^3 = 10\ m^3.$$

3) Kadangi deguonis sudaro tik 21 % oro, pastarojo tūrį apskaičiuojame taip:

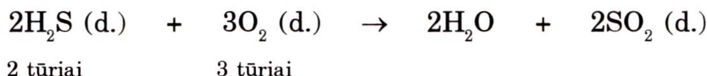
$$V(\text{oro}) = \frac{V(O_2)}{w(\text{oro})} \cdot 100\ \%; \quad V(\text{oro}) = \frac{10\ m^3}{21\%} \cdot 100\ \% = 47{,}6\ m^3.$$

Atsakymas: reikės 47,6 m^3 (n. s.) oro.

3 uždavinys. Kokiu tūriniu santykiu reikia sumaišyti orą su vandenilio sulfidu, kad pastarasis visiškai sudegtų? Ore yra 21% (tūrio atžvilgiu) deguonies.

Sprendimas

1) Reakcijos lygtis:



$$2H_2S\ (d.) + 3O_2\ (d.) \rightarrow 2H_2O + 2SO_2\ (d.)$$

2 tūriai — 3 tūriai

Iš jos matyti, kad tūrinis H_2S ir deguonies santykis gali būti 2 : 3, arba 1 : 1,5 ir t. t.

2) Tarkime, kad reakcijoje sudegė 2 tūriai H_2S. Tam prireikė 3 tūrių deguonies. Oro tūrį, kuriame yra 3 tūrio vienetai deguonies, pažymėkime x.

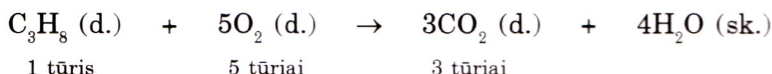
$$\frac{x}{3} = \frac{100\%}{21\%}, \quad \text{arba } x = 14{,}3.$$

Atsakymas: kad visiškai sudegtų vandenilio sulfidas, jį reikia sumaišyti su oru tūriniu santykiu 2:14,3.

4 uždavinys. Uždarame inde susprogdintas 0,5 l propano ir 16 l oro (n. s.) mišinys. Kaip pasikeis slėgis inde, susikondensavus vandens garams, jei pradinis slėgis lygus 10^5 Pa? Vandens tūrio nepaisykite. Ore yra 21 % deguonies.

Sprendimas

1) Parašome reakcijos lygtį:



$$C_3H_8\ (d.) + 5O_2\ (d.) \rightarrow 3CO_2\ (d.) + 4H_2O\ (sk.)$$

1 tūris — 5 tūriai — 3 tūriai

Matyti, kad, degant 1 tūriui propano, sunaudojami 5 tūriai deguonies ir gaunami 3 tūriai anglies dioksido. Vadinasi, propanas visiškai sudegtų, jei jo ir deguonies tūrių santykis būtų lygus 0,5 : 2,5.

2) Apskaičiuojame deguonies tūrį ore, žinodami jo tūrio dalį:

$$V(O_2) = V(\text{oro}) \cdot \frac{21\ \%}{100\ \%}; \quad V(O_2) = 16 \cdot \frac{21\ \%}{100\ \%} = 3{,}36\ \text{l}.$$

Tai daugiau negu pagal reakcijos lygtį. Vadinasi, sureagavo visas propanas, taigi ir 2,5 l deguonies. Susidarė 1,5 l anglies dioksido.

3) Dujų tūris po reakcijos lygus:

$$V(\text{po reakc.}) = V(\text{prieš reakc.}) + V(CO_2) - V(C_3H_8) - V(O_2);$$
$$V(\text{po reakc.}) = 16{,}5\ \text{l} + 1{,}5\ \text{l} - 2{,}5\ \text{l} - 0{,}5\ \text{l} = 15\ \text{l}.$$

4) Iš fizikos kurso jau žinome, kad uždaros sistemos dujų slėgio ir tūrio sandauga yra pastovus dydis, todėl, pasikeitus dujų tūriui, pakinta ir jų slėgis. Taigi

$$\frac{V(\text{po reakc.})}{V(\text{prieš reakc.})} = \frac{p(\text{po reakc.})}{p(\text{prieš reakc.})}.$$

Pažymėję p (po reakc.) raide x ir įrašę skaitines reikšmes, gauname:

$$\frac{15\ \text{l}}{16{,}5\ \text{l}} = \frac{x\ \text{Pa}}{10^5\ \text{Pa}}; \quad \text{iš čia } x = 0{,}9 \cdot 10^5\ \text{Pa}.$$

Atsakymas: slėgis sumažės iki $0{,}9 \cdot 10^5$ Pa.

Pastaba: Šiuos uždavinius galima spręsti ir kitais būdais, analogiškais 1 uždavinio pirmojo būdo sprendimui. Skaičiuodami atminkite, kad 1 m^3 lygus 1000 l.

III. JUNGINIO FORMULĖS IŠVEDIMAS IŠ ANALIZĖS DUOMENŲ

1 uždavinys. Dujų tankis azoto atžvilgiu lygus 1,07. Jų sudėtyje yra 80 % anglies ir 20 % vandenilio. Parašykite šių dujų molekulinę ir struktūrinę formules.

Sprendimas

1) Dujų formulės indeksus pažymėkime x ir y. Tada empirinė formulė bus C_xH_y. Norėdami nustatyti tikslią empirinę formulę, turime rasti molinį junginio elementų santykį:

$$n(C) : n(H) = x : y.$$

$$\text{Bet } n(C) = \frac{m(C)}{M(C)} \text{ ir } n(H) = \frac{m(H)}{M(H)}.$$

Laikykime, kad turime 100 dalių junginio. Tuomet $m(\mathrm{C}) = w(\mathrm{C})$ ir $m(\mathrm{H}) = w(\mathrm{H})$. Vadinasi,

$$n(\mathrm{C}) = \frac{w(\mathrm{C})}{M(\mathrm{C})} \quad \text{ir} \quad n(\mathrm{H}) = \frac{w(\mathrm{H})}{M(\mathrm{H})}.$$

Junginio elementų molinis santykis

$$x : y = \frac{w(\mathrm{C})}{M(\mathrm{C})} : \frac{w(\mathrm{H})}{M(\mathrm{H})}; \qquad x : y = \frac{80}{12} : \frac{20}{1} = 6{,}67 : 20 = 1 : 3.$$

Taigi junginio empirinė formulė yra CH_3.

2) Molinė dujų masė lygi $M(\text{dujų}) = D(\text{dujų}) \cdot M(N_2)$, arba $M(\text{dujų}) = 1{,}07 \cdot 28$ g/mol = 30 g/mol.

3) Išveskime molekulinę formulę $(CH_3)_n$, apskaičiuodami kartotinį n:

$$n = \frac{M}{M\ (\text{empirinės})}; \qquad n = \frac{30\ \mathrm{g/mol}}{15\ \mathrm{g/mol}} = 2.$$

Atsakymas: junginio molekulinė formulė C_2H_6. Jo struktūrinė formulė $CH_3—CH_3$. Tai etanas.

2 uždavinys. Stikle yra 75,31 % silicio (IV) oksido, 11,72 % kalcio oksido ir 12,97 % natrio oksido. Išveskite stiklo formulę, išreikšdami ją oksidų moliniu santykiu.

Sprendimas

1) Apskaičiuodami stiklą sudarančių oksidų molinį santykį, samprotaujame kaip ir spręsdami 1 uždavinį. Tada stiklo formulę galime užrašyti taip:



$$x\ Na_2O : y\ CaO : z\ SiO_2.$$

2) Ieškome koeficientų santykio, kuris lygus oksidų moliniam santykiui:

$$x : y : z = n(Na_2O) : n(CaO) : n(SiO_2).$$

3) Vadinasi, analogiškai 1-ajam uždaviniui, medžiagų kiekius galime apskaičiuoti, atitinkamai padaliję jų masės dalis iš molinės masės:

$$x : y : z = \frac{w(Na_2O)}{M(Na_2O)} : \frac{w(CaO)}{M(CaO)} : \frac{w(SiO_2)}{M(SiO_2)};$$

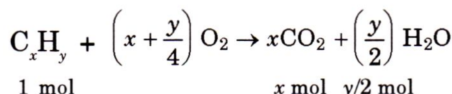
$$x : y : z = \frac{12{,}97}{62} : \frac{11{,}72}{56} : \frac{75{,}31}{60} = 0{,}209 : 0{,}209 : 1{,}255 = 1 : 1 : 6.$$

Atsakymas: stiklo formulė $Na_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2$.

3 uždavinys. Sudeginus 2,24 l (n. s.) angliavandenilio, susidarė toks pat tūris anglies (IV) oksido ir susikondensavo 3,6 g vandens garų. Nustatykite angliavandenilio sudėtį.

Sprendimas

1) Parašome reakcijos lygtį, anglies indeksą pažymėję raide x, o vandenilio — raide y:



$$C_xH_y + \left(x + \frac{y}{4}\right) O_2 \rightarrow xCO_2 + \left(\frac{y}{2}\right) H_2O$$

1 mol x mol y/2 mol

2) Apskaičiavę sudegusios medžiagos kiekį ir palyginę jį su gautu vandens ir anglies (IV) oksido kiekiu, išvesime tos medžiagos formulę.

Sudegusių dujų kiekis $n(C_xH_y) = \frac{V(C_xH_y)}{V_M}$;

$$n(C_xH_y) = \frac{2{,}24\ l}{22{,}4\ l/mol} = 0{,}1\ mol.$$

3) Anglies (IV) oksido taip pat susidarė 0,1 mol. Vandens gauta

$$n(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)}, \quad \text{arba} \quad \frac{3{,}6\ g}{18\ g/mol} = 0{,}2\ mol.$$

4) Sudeginus 0,1 mol angliavandenilio, susidarė taip pat 0,1 mol anglies (IV) oksido, vadinasi, $x = 1$, nes iš 1 mol angliavandenilio gaunamas 1 mol CO_2. Antra vertus, iš 1 mol angliavandenilio gaunami 2 mol vandens, nes iš 0,1 mol angliavandenilio susidarė 0,2 mol vandens. Taigi $y = 2 \cdot 2 = 4$.

Atsakymas: angliavandenilio formulė CH_4. Tai metanas.

KAI KURIE MAISTO PRIEDAI IR JŲ PASKIRTIS (PATVIRTINTA LIETUVOS STANDARTU)

Tarptautinis numeris	Paskirtis	Pavadinimas	Kilmė
E 104	Dažas	Chinolino geltonasis	Sintetinis
E 110	Dažas	Apelsino geltonasis S	Iš apelsinų
E 133	Dažas	Brilianto mėlis FCF	Sintetinis
E 162	Dažas	Betaninas	Iš burokėlių
E 420	Saldiklis	Sorbitolis	Gliukozės hidrinimo produktas
E 951	Saldiklis	Aspartamas	Dipeptidas
E 954	Saldiklis	Sacharinas	Sintetinis
E 210	Konservantas	Benzoinė rūgštis	Sintetinė
E 211	Konservantas	Natrio benzoatas	Sintetinis
E 221	Konservantas	Natrio sulfitas	Sintetinis
E 290	Konservantas	Anglies dioksidas	Dirbtinis
E 300	Antioksidantas	Askorbino rūgštis (vit. C)	Mikrobiologinis
E 322	Emulsiklis	Lecitinas	Iš kiaušinių trynių
E 330	Antioksidantas	Citrinos rūgštis	Mikrobiologinė
E 414	Tirštiklis	Gumiarabikas	Iš atogrąžų akacijų sakų
E 422	Tirštiklis	Glicerolis	Sintetinis arba iš riebalų

MINERALAI IR JŲ SUDĖTIS

Pavadinimas		Sudėtis
Fluoridai:	fluoritas	CaF_2
	fluorapatitas	$3Ca_3(PO_4)_2CaF_2$, arba $Ca_5(PO_4)_3F$
	kriolitas	$3NaF \cdot AlF_3$, arba Na_3AlF_6
Chloridai:	akmens druska, halitas	$NaCl$
	silvinas	KCl
	silvinitas	$NaCl \cdot KCl$
	karnalitas	$KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$
	bišofitas	$MgCl_2 \cdot 6H_2O$
Bromidai:	bromargiritas	$AgBr$
	embolitas	$AgBr \cdot AgI$
Jodatai, jodidai:	lautaritas	$Ca(IO_3)_2$
	jodargiritas	AgI
Sulfidai:	piritas	FeS_2
	halenitas	PbS
	chalkopiritas	$CuFeS_2$
	cinko blizgis	ZnS
	antimonitas	Sb_2S_3
Sulfatai:	gipsas	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
Fosfatai:	apatitas	$Ca_3(PO_4)_2$
	fluorapatitas	$3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$, arba $Ca_5(PO_4)_3F$
	fosforitas	$Ca_5(PO_4)_3(CO_3)$, arba $2Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCO_3$

UŽDAVINIŲ ATSAKYMAI

2.3(6). 433 g.
2.3(7). 2,12 g.
2.3(8). 1330,5 g.
3(6). 0,3 g.
3(7). 0,233 g.
3(8). 0,2 g.
4.1 (4 — d). 7,77 kg.
4.2 (6 — c). 0,6 g.
4.2(9). 3,36 l.
4.2(11). 2,8 l.
5.1(9). 22 m^3.
5.3(7). (a).
5.3(9). 2,24 l.
5.3(10). 0,7175 g.
5.3(13). 125 ml.
5.3(14). 2,24 l.
6.2(4). 61,3 g.
6.2(5). (a).
6.2(7). 2 l.
6.3(11). Metalo M = 24 g/mol.
6.3(13). 85%.
6.3(14). 160 t.
6.3(15). 177 g.
7.2(10). 131,5 l.
7.2(12). 0,0112 mol.
7.3(7). 4,48 l.
7.3(8). 2,24 l.
7.3(9). 42,6 g.
7.3(10). $9{,}22 \cdot 10^6$ m^3 ir $1{,}4 \cdot 10^{13}$ m^3.
7.3(11). 0,2 mol/l.
7.3(12). 25%.
7.3(13). 200 g.
7.3(14). 3,36 l.
7.4(9). (b).
7.4(10). 188,6 kg amonio salietros,78,4 kg superfosfato, 104,6 kg kalio druskos.
10.3(9). 16,9% K_2O; 18,35% Al_2O_3; 64,75% SiO_2.
10.3(10). 21,7%.
10.3(11). 20,35 % Al; 21,1 % Si; 48,24 % O.
10.3(12). $3BeO \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$.
10.3(14). $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$.
10.3(15). $15SiO_2 \cdot 2CaO \cdot Na_2O \cdot 5PbO \cdot K_2O$.
11.2(7). Kalcio hidrokarbonatas.
11.2(8). 2,24 l.
12(4). $1{,}5 \cdot 10^5$ moliuskų.
13(6). 81,8% ir 84,5%.
14(9). C_4H_{10} (2 izomerai).
14(10). C_2H_4.
14(11). C_3H_8.
14(12). 83,33% C.
15.3(4). 17,92 l.
15.3(5). 18,9 l.
15.3(6). 65,5 m^3.
15.3(9). 8,96 l.
15.3(10). $4{,}45 \cdot 10^4$ kJ.
15.4(5). CHI_3.
15.4(6). 4,48 m^3 ir 1976 m^3.
15.4(7). Pakiltų 0,0019 ^{0}C.
15.4(8). 240 kg ir 672 m^3.
16(16). 2,5 m^3.
17(4). 90.
17(5). $5{,}7 \cdot 10^9$ m^3.
17(6). 11 tūkst. tonų kasdien; 0,13%.
19.1(8). CH_3OH.
19.2(4). 149,3 l.
19.3(3). 1,12 l.
19.3(4). 0,4 mol/l.
19.4(3). a) 4,48 l; b) 13,44 l.
19.4(4). 48 g arba 24 g.
19.4(5). 320 l.
19.5(7). 148 g.
19.5(8). 96,9 g.
21(4). 111,1 g gliukozės.
23.2(4). $1{,}43 \cdot 10^8$ t ir $4 \cdot 10^{10}$ m^3.
23.2(5). 153 tūkst. tonų.
23.2(7). 44,8 m^3.
23.2(9). 12,5 mln. tonų.
23.2(10). 407 tūkst. kubinių metrų.
23(3). 0,59.

DALYKINĖ RODYKLĖ

Rimantas **Vaitkus**
CHEMIJA
Vadovėlis X klasei

Dailininkas *Jonas Gudmonas*
Spalvotos nuotraukos *Zino Kazėno*

Redaktorė *J. Jašinskienė*

SL 259. 1997 04 21. 11,77 + 0,4 priešl. leidyb. apsk. l.
Tir. 20 000 egz. Leid. Nr. 13442. Užsak. Nr. 272.
Akcinė bendrovė leidykla „Šviesa", Vytauto pr. 25, 3000 Kaunas.
Spausdino AB „Vilspa", Viršuliškių skg. 80, 2056 Vilnius.
Sutartinė kaina

PERIODINĖ ELEMENTŲ LENTELĖ

ATOMINĖ MASĖ — 12.0111
OKSIDACIJOS LAIPSNIS — -4 +2 +4
SIMBOLIS — C
PAVADINIMAS — ANGLIS
ATOMO NUMERIS — 6

BŪSENA:
C — KIETOJI
Br — SKYSTOJI
O — DUJINĖ

- ŠARMINIAI METALAI
- ŠARMINIŲ ŽEMIŲ METALAI
- PEREINAMIEJI ELEMENTAI
- KITI METALAI
- NEMETALAI
- INERTINĖS DUJOS
- PUSMETALIAI

PEREINAMIEJI ELEMENTAI

PERIODAI \ GRUPĖS	IA 1	IIA 2	IIIB 3	IVB 4	VB 5	VIB 6	VIIB 7	VIIIB 8	VIIIB 9	VIIIB 10	IB 11	IIB 12	IIIA 13	IVA 14	VA 15	VIA 16	VIIA 17	VIIIA 18
1	H 1 VANDENILIS 1.00794; +1 -1																	He 2 HELIS 4.00260; 0
2	Li 3 LITIS 6.941; +1	Be 4 BERILIS 9.01218; +2											B 5 BORAS 10.81; +3	C 6 ANGLIS 12.0111; -4 +2 +4	N 7 AZOTAS 14.0067; -3 -2 -1 +1 +2 +3 +4 +5	O 8 DEGUONIS 15.9994; -2	F 9 FLUORAS 18.998403; -1	Ne 10 NEONAS 20.179; 0
3	Na 11 NATRIS 22.98977; +1	Mg 12 MAGNIS 24.305; +2											Al 13 ALIUMINIS 26.98154; +3	Si 14 SILICIS 28.0855; -4 +2 +4	P 15 FOSFORAS 30.97376; -3 +3 +5	S 16 SIERA 32.06; -2 +4 +6	Cl 17 CHLORAS 35.453; -1 +1 +3 +5 +7	Ar 18 ARGONAS 39.948; 0
4	K 19 KALIS 39.0983; +1	Ca 20 KALCIS 40.08; +2	Sc 21 SKANDIS 44.9559; +3	Ti 22 TITANAS 47.88; +2 +3 +4	V 23 VANADIS 50.9415; +2 +3 +4 +5	Cr 24 CHROMAS 51.996; +2 +3 +6	Mn 25 MANGANAS 54.9380; +2 +3 +4 +7	Fe 26 GELEŽIS 55.847; +2 +3	Co 27 KOBALTAS 58.9332; +2 +3	Ni 28 NIKELIS 58.69; +2 +3	Cu 29 VARIS 63.546; +1 +2	Zn 30 CINKAS 65.39; +2	Ga 31 GALIS 69.72; +3	Ge 32 GERMANIS 72.59; +2 +4	As 33 ARSENAS 74.9216; -3 +3 +5	Se 34 SELENAS 78.96; -2 +4 +6	Br 35 BROMAS 79.904; -1 +1 +5	Kr 36 KRIPTONAS 83.80; 0 +2
5	Rb 37 RUBIDIS 85.4678; +1	Sr 38 STRONCIS 87.62; +2	Y 39 ITRIS 88.9059; +3	Zr 40 CIRKONIS 91.224; +4	Nb 41 NIOBIS 92.9064; +3 +5	Mo 42 MOLIBDENAS 95.94; +3 +6	Tc 43 TECHNECIS (98); +4 +6 +7	Ru 44 RUTENIS 101.07; +3	Rh 45 RODIS 102.906; +3	Pd 46 PALADIS 106.42; +2 +4	Ag 47 SIDABRAS 107.868; +1	Cd 48 KADMIS 112.41; +2	In 49 INDIS 114.82; +3	Sn 50 ALAVAS 118.71; +2 +4	Sb 51 STIBIS 121.75; -3 +3 +5	Te 52 TELŪRAS 127.60; -2 +4 +6	I 53 JODAS 126.905; -1 +1 +5 +7	Xe 54 KSENONAS 131.29; 0 +2 +4 +6
6	Cs 55 CEZIS 132.905; +1	Ba 56 BARIS 137.33; +2	La-Lu 57-71	Hf 72 HAFNIS 178.49; +4	Ta 73 TANTALAS 180.948; +5	W 74 VOLFRAMAS 183.85; +6	Re 75 RENIS 186.207; +4 +6 +7	Os 76 OSMIS 190.2; +3 +4	Ir 77 IRIDIS 192.22; +3 +4	Pt 78 PLATINA 195.08; +2 +4	Au 79 AUKSAS 196.967; +1 +3	Hg 80 GYVSIDABRIS 200.59; +1 +2	Tl 81 TALIS 204.383; +1 +3	Pb 82 ŠVINAS 207.2; +2 +4	Bi 83 BISMUTAS 208.980; +3 +5	Po 84 POLONIS (209); +2 +4	At 85 ASTATIS (210)	Rn 86 RADONAS (222); 0
7	Fr 87 FRANCIS (223); +1	Ra 88 RADIS 226.025; +2	Ac-Lr 89-103	Unq* 104 (261)	Unp* 105 (262)	Unh* 106 (263)	Uns* 107 (262)	Uno* 108 (265)	Une* 109 (266?)									

MASĖS SKLIAUSTELIUOSE — BENDRA STABILIŲ IZOTOPŲ MASĖ

* ŠIE ELEMENTAI NETURI IUPAC PATVIRTINTŲ PAVADINIMŲ

LANTANIDŲ EILĖ

La 57 LANTANAS 138.906; +3	Ce 58 CERIS 140.12; +3 +4	Pr 59 PRAZEODIMIS 140.908; +3	Nd 60 NEODIMIS 144.24; +3	Pm 61 PROMETIS (145); +3	Sm 62 SAMARIS 150.36; +2 +3	Eu 63 EUROPIS 151.96; +2 +3	Gd 64 GADOLINIS 157.25; +3	Tb 65 TERBIS 158.925; +3	Dy 66 DISPROZIS 162.50; +3	Ho 67 HOLMIS 164.930; +3	Er 68 ERBIS 167.26; +3	Tm 69 TULIS 168.934; +3	Yb 70 ITERBIS 173.04; +2 +3	Lu 71 LIUTECIS 174.967; +3

AKTINIDŲ EILĖ

Ac 89 AKTINIS 227.028; +3	Th 90 TORIS 232.038; +4	Pa 91 PROTAKTINIS 231.036; +4 +5	U 92 URANAS 238.029; +3 +4 +5 +6	Np 93 NEPTŪNIS 237.048; +3 +4 +5 +6	Pu 94 PLUTONIS (244); +3 +4 +5 +6	Am 95 AMERICIS (243); +3 +4 +5 +6	Cm 96 KIURIS (247); +3	Bk 97 BERKLIS (247); +3 +4	Cf 98 KALIFORNIS (251); +3	Es 99 EINŠTEINIS (252)	Fm 100 FERMIS (257)	Md 101 MENDELEVIS (258)	No 102 NOBELIS (259)	Lr 103 LAURENSIS (260)

RIMANTAS VAITKUS

Gimė 1957 m. Plungėje. 1975 m. baigė šio miesto 3-iąją vidurinę mokyklą. Joje mokydamasis labai domėjosi chemija, 1973-1975 m. dalyvavo Lietuvos moksleivių chemijos olimpiadose, tapo jų nugalėtoju. 1980 m. baigė Vilniaus universiteto Chemijos fakultetą, įgijo chemiko, dėstytojo kvalifikaciją. Dirbti pradėjo Biotechnologijos institute "Fermentas" moksliniu bendradarbiu. Kartu vadovavo chemijos būreliui Moksleivių techninės kūrybos rūmuose, dirbo Vilniaus 44-ojoje vidurinėje mokykloje mokytoju. Šiuo metu yra Vilniaus pedagoginio universiteto docentas. 1992 m. R. Vaitkus apgynė daktaro (gamtos mokslai) disertaciją, jam suteiktas docento vardas. 1996 m. stažavosi Švedijoje Upsalos universitete. Paskelbė mokslinių darbų, išradimų. Jis yra Švietimo ir mokslo ministerijos chemijos komisijos ekspertas, Lietuvos komandos vadovas tarptautinėse chemikų olimpiadose, šių olimpiadų žiuri narys. R. Vaitkus parengė ir išleido chemijos vadovėlių, pratybų sąsiuvinių, kitų mokymo priemonių vidurinėms mokykloms.

ISBN 5-430-02400-7